Das Klima Amazoniens

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors
der Naturwissenschaften
der
Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
REINHARD REINKE
aus Altjugelow Kreis Stolp

1962

7204 -

Das Klima Amazoniens

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines Doktors
der Naturwissenschaften
der
Mathematisch-naturwissenschaftlichen Fakultät
der
Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
REINHARD REINKE
aus Altjugelow Kreis Stolp

1962

Tag der mündlichen Prüfung: 28. 6. 1962
Dekan: Professor Dr. K. G. Grell
1. Berichterstatter: Professor Dr. H. Wilhelmy
2. Berichterstatter: Dozent Dr. A. Leidlmair

Fotodruck PRÄZIS · Tübingen

M e i n e n E l t e r n

Die Tropen stehen heute als Ergänzungsraum, als die Klimazone mit landwirtschaftlichen Reserven, im Blickpunkt des wirtschaftlichen Interesses. Um dieses Gebiet entsprechend seiner reichen Güter nutzen und sie der Menschheit zuführen zu können, werden viele Pläne entworfen, die zum größten Teil jedoch nicht die natürlichen Gegebenheiten des Raumes berücksichtigen. Allerdings sind diese natürlichen Verhältnisse noch kaum umfassend untersucht und dargestellt worden. Deshalb ist es meine Absicht, mit einer Bearbeitung des Klimas einen Beitrag zur Klärung eines Teils der Verhältnisse des Naturraumes Amazonien zu geben.

Ich möchte an dieser Stelle nicht versäumen, meinem verehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. H. Wilhelmy, meinen Dank auszusprechen. Er regte diese Arbeit 1959 an, unterstützte sie mit seinem Rat und war um ihr Zustandekommen sehr bemüht. Von den Herren, denen ich Dank schulde, möchte ich hier besonders Herrn Professor Dr. O'Reilly-Sternberg, Rio de Janeiro, und Herrn Professor Dr. Serra, Rio de Janeiro, erwähnen. Letzterer stellte mir freundlicherweise das neueste Klimamaterial über Brasilien zur Verfügung. Wertvolle Hinweise für Nordwestamazonien verdanke ich Herrn Professor Dr. Mägdefrau, Tübingen, und Herrn Dozenten Dr. Lieth, Hohenheim. Gleichzeitig danke ich dem Geographischen Institut der Universität Tübingen und der Deutschen Wetterdienstbibliothek in Offenbach für die Bereitstellung des statistischen Materials.

Inhaltsübersicht

	Seite
Einleitung	5
I. Lage und Grenzen des Untersuchungsgebietes	7
II. Die Klimaelemente	10
1. Luftdruck und Luftfeuchtigkeit	10
2. Lufttemperatur	15
a) Allgemeiner Überblick	15
b) Thermo-Isoplethen-Diagramme	20
3. Niederschlag	29
4. Wind- und Zirkulationsverhältnisse	38
III. Die Klimate	47
1. Jahreszeiten	47
2. Klimaformeln	53
3. Klimadiagramme	63
Zusammenfassung	84
Anhang	
1. Stationsverzeichnis	86
2. Literaturverzeichnis	90
3. Vier Karten	

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549606_0093

Einleitung

Die erste Jahresniederschlagskarte, die wir von Amazonien im Rahmen einer allgemeinen Länderkunde von Südamerika besitzen, wurde von SIEVERS (177) abgeändert aus "Berghaus physikalischer Atlas" entnommen. Sie zeigt in Amazonien bereits differenzierte Niederschlagsgebiete und läßt einen Trockenraum bei Óbidos erkennen. VOSS (202) stützte sich in seiner 1907 veröffentlichten Arbeit nur auf wenige Stationswerte und erhielt deshalb für Gesamtamazonien einen Jahresniederschlag von über 2000 mm. Er leistete damit der Annahme Vorschub, daß Amazonien ein gleichmäßiges, immerfeuchtes Klima mit sehr hohen Niederschlägen habe.

FRANZE (48) konnte jedoch auf Grund neuerer meteorologischer Beobachtungen feststellen, daß Amazonien nicht den einheitlichen Klimatyp darstellt, wie man bis dahin angenommen hatte. Seine Karte fand in großen Zügen ihre Bestätigung im "Atlas Pluviométrico do Brasil" von 1948 (16), der erstmals auf eine 25-jährige Beobachtungszeit in Brasilien fußen konnte. Leider umfaßt dieser Atlas nur den brasilianischen Teil Amazoniens. Für Gesamtamazonien gibt es bis heute noch keine spezielle Niederschlagskarte und Klimabeschreibung. Dieses Gebiet wird immer nur in großen Zügen in den Klimadarstellungen Gesamtsüdamerikas behandelt.

Eine Klimabeschreibung von Nordwestamazonien finden wir zum erstenmal bei HUMBOLDT (81), von Gesamtamazonien bei SPIX und MARTIUS (185). Ihnen folgten andere im Rahmen der Expeditionsberichte späterer Forscher (BATES (5) u.a.).

Da Amazonien im Vergleich zu seiner Ausdehnung nur eine sehr geringe Anzahl von Stationen aufweist, mußten auch Angaben aus der Reiseliteratur ausgewertet werden. Als Grundlage der vorliegenden Arbeit dienten 120 Stationswerte. Davon gehören aber lediglich 84 direkt unserem Gebiet an, während die übrigen zur Vervollständigung des Bildes aus den Nachbargebieten herangezogen wurden. Ebenso konnte beim Entwurf der Karten nicht immer auf dieselbe Beobachtungsperiode bei allen Stationen zurückgegriffen werden; denn das "Anuario do Brasil" von 1958 (24) gibt für den brasilianischen Raum Amazoniens nur 39 ständig beobachtende Sta-

tionen an. Deshalb mußten auch sporadische Messungen benutzt werden, soweit sich diese als zuverlässig erwiesen. Auf diese Weise konnten wir unser Stationsnetz um etwa 60 für den angegebenen Raum erhöhen. Daß trotzdem in weiten Gebieten noch Beobachtungslücken klaffen, liegt an der Größe, besonders aber an der Menschenleere Amazoniens.

Leider mangelt es in Brasilien auch an Veröffentlichungen des vorhandenen Beobachtungsmaterials. So reicht das "Boletim Meteorologico do Brasil" von 1910-1922 (120), und im "Atlas Pluviométrico do Brasil" (16) sind nur die mittleren Niederschlagswerte angegeben. Wohl gibt das Ministerio de Agricultura den "Atlas Climatológico do Brasil" (169) heraus; doch genügen diese Atlanten, ohne gleichzeitige Veröffentlichung des verwerteten Materials, unseren Ansprüchen nicht. Die neuesten Klimadaten stellte uns SERRA zur Verfügung. Diese Daten stammen vom Serviço de Meteorológico (173) und enthalten für 25 Stationen in unserem Gebiet Klimawerte bis 1942.

Erfreulich gut ist das Stationsnetz im bolivianischen Anteil Amazoniens nach dem zweiten Weltkrieg ausgebaut worden, dessen Veröffentlichungen uns im "Boletin Anual Meteorológico" (124) und im "Anuario Meteorológico" (123) für die Jahre 1945 bis 1958 zur Auswertung bereitstehen.

Wenn wir trotz dieser Schwierigkeiten in der Materialbeschaffung versuchen wollen, ein Klimabild Amazoniens zu entwerfen, so soll damit eine Forderung KNOCHs (97, S.3) erfüllt werden, der schon 1930 eine Bearbeitung des Klimas des ganzen südamerikanischen Kontinents in Form von Monographien einzelner in sich geschlossener Teilgebiete forderte.

I. Die Lage und die Grenzen des Untersuchungsgebietes

Amazonien ist das größte in der Tropenzone gelegene Tiefland der Erde. Es erstreckt sich in seiner längsten Nord-Süd-Ausdehnung vom 5.° nördlicher Breite (=N) bis etwa zum 15.° südlicher Breite (=S) und in der West-Ost-Richtung vom 78.° westlicher Länge (=W) bis 45°W.

Amazonien wird im Süden von dem Brasilianischen Zentralmassiv, im Norden vom Bergland von Guayana und im Westen von den Anden so eingeschlossen, daß nur ein enger Schlauch dieses über 7 Mill. km^2 große Einzugsgebiet des Amazonas mit dem Atlantik verbindet (210, S.227). Die engste Stelle dieses Schlauches liegt bei Obidos (55°W), wo die Ausläufer des Guayanischen und des Brasilianischen Berglandes fast bis an den Strom heranreichen.

Die Ebene wird durch das Bergland von Guayana bis zum 60.°W begrenzt. Auf diesem Meridian springt sie im Einzugsgebiet des Rio Branco bis zum nördlichsten Punkt des Gebietes (5°W) vor. Diese natürliche Grenze fällt bis 65°W mit den Staatsgrenzen zwischen den Guayana Kolonien und Venezuela einerseits und Brasilien andererseits zusammen. Westlich vom 65.°W wird die Abgrenzung schwieriger, da bis zu den Kordilleren die Einzugsgebiete des Rio Negro, des wichtigsten nördlichen Nebenflusses des Amazonas, und des Orinoko ineinandergreifen. Die Grenze verläuft hier auf der Wasserscheide des Einzugsgebietes der beiden Ströme etwa zwischen 2° und 3°N. Im Westen trennt die 500 m-Isohypse das Tiefland vom Gebirge. Der südlichste Punkt des Untersuchungsraumes liegt in der Höhe von St.Cruz (17°S). Hier verläßt die Grenze den Andenrand und folgt der Wasserscheide zum Paraguay, dem dritten großen Strom Südamerikas, bis zum 60.°W. Von diesem Meridian verläuft sie bis zum 48°W etwa am 10.°S. Die Südostgrenze bilden die Serra Geral de Goiás, die Serra Tabatinga, die Serra das Mangabeiras, die Serra do Gado Bravo und der Rio Mearin. Der letztere gehört nicht mehr zum Einzugsgebiet des Amazonas. Er mündet bei Sao Luis in den Atlantik, der Amazonien im Osten begrenzt.

Der Teil des Brasilianischen Berglandes von Mato Grosso könnte aus unserer Untersuchung ausgespart werden, weil er eine Einheit

für sich darstellt. Dann wäre Amazoniens Grenze entlang der letzten Katarakte zu ziehen. Sie sind das Anzeichen für den Eintritt der Flüsse in die Ebene. So wäre dann Amazonien mit der Tiefebene identisch, dem Gebiet, das unter 200 m NN liegt. Daneben hätte diese Aussparung Mato Grossos noch einen arbeitstechnischen Grund: Mato Grosso besitzt in diesem Teil kaum meteorologische Stationen. Es ist deshalb bis jetzt noch nicht möglich über diesen Raum eine genaue Klimabeschreibung zu geben. Trotz dieser Schwierigkeiten soll auf die Betrachtung der Randgebiete Mato Grossos, um ein möglichst geschlossenes Klimabild zu gewinnen, hier nicht verzichtet werden.

In einem Schnitt durch das Amazonasbecken bildet der Strom etwa die Symmetrieachse. Hinter seinen Dammufern mit dem Varzeawald dehnen sich in der Regel die Varzeaseen aus, die in der Regenzeit eine Länge bis zu 100 km mit einer Tiefe von 1-2 m (180, S.84 f.) annehmen können. Kurz vor dem Anstieg zur höheren Terra Firme liegen die tiefsten Teile der Varzea, die mit einem reinen Sumpfwald, dem Igapowald, bedeckt sind (79, S.70). Die Varzea nimmt jedoch nur ca 1 % des Tieflandes ein. Den Hauptteil Amazoniens bildet die höhere Terra Firme. Sie wird nicht mehr vom Hochwasser überflutet. Über die Terra Firme erhebt sich das kristalline Grundgebirge des Brasilianischen Massivs.

Der Amazonas hat eine Länge von 3200 km, vom Austritt aus den Anden bei Ponto de Manseriche bis zur Mündung gerechnet (177, S.150). Auf dieser Strecke besitzt er nur ein minimales Gefälle von 180 m, d.h. 2 cm pro km (2). Trotzdem führt er sehr viel Wasser und schüttet in der Trockenzeit 120.000 m^3/sek. in den Atlantik (181). Diese Wassermassen sind noch nach 400 km im Meer feststellbar (2, S.122). Die Länge des Amazonas macht sich auch in der Namengebung geltend, so daß die Bevölkerung ihn nicht als einheitlichen Strom ansieht, sondern für gewisse Abschnitte bestimmte Namen geprägt hat, wie Amazonas, Solimoes, Maranon. Von seinen über 200 Nebenflüssen nimmt der Amazonas allein 17 auf, die länger sind als der Rhein (13, S.53).

Die Nebenflüsse sind Schwarz- oder Weißwasserflüsse. Erstere sind durch Humusstoffe etwas dunkel gefärbt, sonst aber klar, die letzteren durch Schwebstoffe getrübt. Die Quellen der

Schwarzwasserflüsse liegen im Zentralmassiv, die der Weißwasserflüsse in den Anden.

BLUNTSCHLIs Schilderung mag abschließend eine Vorstellung von dem ungeheuren Eindruck geben, den der Amazonas auf den Reisenden macht (13, S.52 f.): "Nur an wenigen Örtlichkeiten kann man überhaupt von einem Strom sprechen, zumeist fließen zwei, drei und mehrere Arme nebeneinander, zwischen denen sich bewaldete Inseln und bei Tiefwasser eingestreute nackte Sandbänke erheben. Eine Anzahl von Krümmungen und Schleifen und zahlreiche Untiefen machen die Schiffahrt nicht immer leicht. Die Ufer sind fast überall ganz flach, der Wald grenzt unmittelbar an den Strom und taucht bei Hochwasser auf sehr ausgedehnten Strecken in ihn ein. Dann wird der Strom uferlos ... "

Das Land ist zum größten Teil mit tropischem Regenwald, der Hylea Humboldts, bedeckt. Vom Menschen ist es noch kaum erschlossen. Amazonien hat mit 2,75 Mill. Einwohnern die geringste Bevölkerungsdichte von Brasilien (179, S.24). Dabei leben aber die meisten Einwohner in den wenigen, oft in der Blütezeit des Kautschukhandels groß gewordenen Städten, so daß die Siedlungsdichte des umliegenden Landes noch wesentlich geringer ist, als die Statistiken für den gesamten Raum angeben.

Politisch gehört Amazonien in der Hauptsache zu Brasilien (80 %). Daneben greifen auch noch die Andenstaaten Bolivien, Peru, Ekuador und Kolumbien auf die Tiefebene über. Venezuela reicht nur mit seinem südlichsten Teil auf einer kleinen Fläche in den Raum. Die Guayanakolonien bilden den Grenzsaum und haben nicht mehr direkten Anteil am Tiefland (siehe beiliegende Stationskarte).

II. Die Klimaelemente

1. Luftdruck und Luftfeuchtigkeit

Der Luftdruck spielt in Amazonien als Wetteranzeiger nicht die Rolle wie in den gemäßigten Breiten. Über dem Land liegt niederer Luftdruck, so daß die Jahresmittel an allen Orten, in denen er gemessen wird, unter 760 mm Hg-säule bleiben: Manaos 756,2; Senna Madureira 748,6; Porto Nacional 740,4 mm (120).

Auch der Jahresgang ist sehr gleichmäßig. So beträgt nach HANN (66) bei Belém, für etwa zehn Jahre berechnet, die Jahresschwankung im Mittel 8 mm, die mittlere Monatsschwankung 4,8 und die mittlere periodische tägliche Schwankung 2,7 mm Hg-säule. Der Luftdruck auf dem zur Nordhemisphäre gehörenden Teil Amazoniens hat in der ganzjährigen Schwankung im Januar sein Maximum (größte Sonnennähe) und im Juli sein Minimum (größte Sonnenferne) (66, I S.3). Auf dem zur Südhemisphäre gehörenden Teil ist es umgekehrt.

Im täglichen Gang zeigen die amazonischen Orte eine doppelte Barometerschwankung (64, S.259; 148, S.20). Zwischen 9^{00} und 10^{00} Uhr und 21-22^{00} Uhr tritt ein Maximum und ein Minimum bei 4^{00} und 16^{00} Uhr auf. Die Schwankung ist jedoch sehr gering und beträgt etwa 2 mm. Gleiches berichtet auch SINCLAIR (182) vom oberen Napo. Er stellt ebenfalls um 9^{00} Uhr ein Maximum und um 16^{00} Uhr ein Minimum fest. Dem niederen Barometerstand folgt am Napo am Nachmittag bis zum Abend Regen.

SAPPER (148, S.20) faßt diese typischen Luftdruckschwankungen wie folgt zusammen: Der tägliche Gang des Luftdrucks ist "so gleichförmig, daß man danach fast wie nach einer Uhr die Zeit feststellen kann, während das Barometer - mit wenigen ... Ausnahmen - die Eigenschaft eines Wetterpropheten in den Tropen völlig vermissen läßt, denn selbst heftige Gewitterstürme und Regengüsse beeinträchtigen den regelmäßigen Gang des Barometers nicht. Auch die Luftdruckunterschiede von Ort zu Ort sind in den Tropen durchschnittlich weit geringer als in den gemäßigten Zonen, weil eben auch die Erwärmung viel gleichmäßiger ist".

Nach unseren neueren Erkenntnissen läßt sich SAPPERs Formulierung heute nicht mehr aufrechterhalten. Da die Niederschläge gewöhnlich zur Zeit der Luftdruckminima fallen, spiegelt sich auch in einem tropischen Tiefland im täglichen Temperaturgang der Witterungsablauf wider. Nur sind die Luftdruckschwankungen geringer als in außertropischen Gebieten, denn es handelt sich hier weniger um Zyklonal-, sondern vielmehr um Kondensationsniederschläge, bzw. sie stehen im Zusammenhang mit Wärmegewittern, was auch eine geringere Druckschwankung zur Folge hat.

Eine größere Bedeutung als der Luftdruck hat für den Klimacharakter der Tropen die relative Luftfeuchtigkeit. Spielt sie doch für die Aufbewahrung von Gegenständen und für das Wohlbefinden des Menschen eine große Rolle. So berichtet GOELDI (51, S.358), daß Belém eine so hohe Feuchtigkeit hat, daß besonders während der Regenzeit Moder, Schimmel und Rost sämtliche Geräte und Kleidung verderben, ja, daß sogar Glaswaren ihre Struktur in der großen Feuchtigkeit verändern. Sie werden milchig, trüb, rissig, zum Teil sogar weich. Ähnliches schildert auch BATES (5, S.404 ff.) von den Teilen Amazoniens, die westlich von Fonte Boa liegen.

Ein Blick auf die Tabelle von Belém zeigt, daß diese Äußerungen GOELDIs (51) bei der stetig hohen Luftfeuchtigkeit über 84 % nicht verwundern:

(51) Belém (120)+:

Ja.	Fe.	Mä.	Ap.	Ma.	Jn.	Jl.	Au.	Se.	Ok.	No.	De.	Jahr	
94	94	92	90	88	84	86	86	85	85	85	89	88 %	r. F. ++
337	398	420	344	273	165	146	125	118	91	87	178	2685 mm	N.

Stellt man der durchschnittlichen monatlichen Luftfeuchtigkeit den monatlichen Niederschlag gegenüber, so erkennt man, daß die relative Feuchte eng mit der Niederschlagsmenge verknüpft ist (96, S.156 f.). Noch auffälliger wird diese Abhängigkeit bei den Orten, in denen die Trockenzeit schon ausgeprägter ist als in

---

+ Die Zahl der () vor der Station gibt die lfd.Nr. im Stationsverzeichnis an, die nach derselben die Quelle (lfd.Nr. im Literaturverzeichnis).

++ r. F. = relative Feuchtigkeit; N = Niederschlag

dem immerfeuchten Belém. So zeigt Manaos in der kurzen Trockenzeit, die es vom Juli bis September hat, schon deutlich ein Absinken der relativen Feuchtigkeit von 82,3 % im April auf 73,7 % im September:

(40) Manaos (120):

Ja.	Fe.	Mä.	Ap.	Ma.	Jn.	Jl.	Au.	Se.	Ok.	No.	De.	Jahr
80	80	81	82	82	79	78	74	74	74	77	78	78,5 % 5. F.
277	254	281	277	198	102	65	41	59	128	162	213	2063 mm N.

Diese kurze Trockenzeit beeinflußt natürlich auch das Jahresmittel, das in Manaos etwa 10 % unter dem von Belém liegt. Ebenso erreicht aber auch der niederschlagsstärkste Monat März in Manaos nicht mehr das Maximum der relativen Feuchte von Belém, sondern bleibt ebenfalls um 10 % unter dem Wert. Wie aus dem Vorhergehenden zu ersehen ist, muß DRAENERTs (29) Angabe korrigiert werden, der für Manaos 84 % und für Belém 81 % angegeben hat. In Belém ist die relative Feuchtigkeit nicht geringer, sondern höher als in Manaos.

Im westlichen Amazonien vermindert sich nicht etwa die relative Feuchte, wie man nach der größeren Entfernung vom Meere annehmen könnte, sondern erreicht wieder die Werte von Belém. Diese Zunahme ist nach den Niederschlagsverhältnissen durchaus zu erwarten:

(18) Uaupés (120)+:

Ja.	Fe.	Mä.	Ap.	Ma.	Jn.	Jl.	Au.	Se.	Ok.	No.	De.	Jahr
88	87	87	87	90	87	89	86	85	86	92	94	88,1 % r. F.
291	176	348	165	326	218	180	371	188	143	305	280	2895 mm N.

und (30) Tiputini (28):

Ja.	Fe.	Mä.	Ap.	Ma.	Jn.	Jl.	Au.	Se.	Ok.	No.	De.	Jahr
84	89	90	90	91	91	89	90	90	89	86	85	88,4 % r. F.
54	172	319	350	317	371	291	258	119	331	215	113	3400 mm N.

Hier tritt das Minimum im Januar auf, weil Tiputini einen nordhemisphärischen Klimagang hat, d.h. die trockenste Zeit fällt in den Nordwinter.

Nach Norden und Süden prägt sich die in Manaos angedeutete Trokkenzeit immer mehr aus, und somit sinkt auch in den Trockenmona-

+ Die hier auftretenden Schwankungen beruhen darauf, daß uns nur für 1922 die Werte zur Verfügung standen.

ten die relative Luftfeuchtigkeit. Die Jahresamplitude wird dementsprechend größer und erreicht in Porto Nacional 23,8, in Trinidad 22 %:

(99) Trinidad (122):

Ja.	Fe.	Mä.	Ap.	Ma.	Jn.	Jl.	Au.	Se.	Ok.	No.	De.	Jahr
82	82	83	78	80	79	73	61	67	73	74	80	76 % r. F.
295	244	195	95	105	47	45	13	95	130	156	241	1667 mm N.

(103) Porto Nacional (120):

Ja.	Fe.	Mä.	Ap.	Ma.	Jn.	Jl.	Au.	Se.	Ok.	No.	De.	Jahr
87	87	88	86	80	74	69	63	64	76	82	83	78,4 % r. F.
294	297	286	154	41	1	6	10	35	144	242	287	1795 mm N.

und auf der Nordhemisphäre

(20) Santa Elena (171):

Ja.	Fe.	Mä.	Ap.	Ma.	Jn.	Jl.	Au.	Se.	Ok.	No.	De.	Jahr
85	84	78	81	89	90	89	89	84	82	87	87	85 % r. F.
183	121	36	126	273	220	329	285	91	189	138	138	2232 mm N.

Aus dem gleichen Gang von relativer Luftfeuchtigkeit und Niederschlag folgt, daß wir ohne weiteres die Niederschlags- oder Klimakarte heranziehen können, um einen groben Überblick der Luftfeuchteverhältnisse Amazoniens zu erhalten. Dabei sind die Klimate Af ständig feucht mit sehr hoher relativer Luftfeuchtigkeit (mehr als 85 %). Diese sinkt allmählich über das Am-Klimagebiet zum Aw-Gebiet weiter ab.

Für (92) Cobija (122) mit folgendem Jahresgang:

Ja.	Fe.	Mä.	Ap.	Ma.	Jn.	Jl.	Au.	Se.	Ok.	No.	De.	Jahr
89	89	88	87	86	84	77	74	75	81	84	85	83 % r. F.
226	243	232	132	90	27	24	16	100	143	236	248	1723 mm N.

gibt SCHURZ (165, S.294) den Gang der täglichen mittleren relativen Luftfeuchtigkeit wie folgt an:
7^{oo}: 94,5 %; 14^{oo}: 67,5 %; 21^{oo}: 85,5 %; Tagesmittel: 85,5 %.
Das Tagesmittel wird meistens am späten Abend erreicht, während das Maximum in die frühen Morgenstunden fällt. Dies erklärt auch die große Taubildung, von der fast alle Reisenden des Amazonasdistrikts berichten. Morgens wird der Taupunkt fast täglich erreicht. Das ist bei einer ganz geringen Abkühlung der Luft möglich, da sie fast immer mit Wasserdampf gesättigt ist. Sogar in

der Trockenzeit tritt die Taubildung ein; denn die gemittelten monatlichen Werte zeigen für die trockenste Zeit in Cobija nach SCHURZ (165, S.395 ff.) um 7^{oo}: 92 % an. WILHELMY (211, S.137) gibt für das Alto Paraná Gebiet eine Taubildung an, die einem Niederschlagswert von 200-240 mm jährlich entspricht, und berichtet, daß der Tau bis in die späten Vormittagsstunden an Gräsern und Sträuchern haftet. Nimmt man für die subtropischen Randgebiete Amazoniens ähnliche Tauwerte an, so wird es verständlich, daß viele Pflanzen durch diese starke Taubildung eine ein- bis zweimonatige Trockenzeit zu überdauern vermögen.

2. Die Lufttemperatur

a) Allgemeiner Überblick

Der große Wasserdampfgehalt der Luft gibt dem Tropenhimmel eine weißliche Färbung (9, S.65; 22; 59). Während der Trockenheit läßt die relative Feuchte zwar nach; die Luft wird dann jedoch von dem Rauch der Grasbrände erfüllt (59; 74; 100). Der "tiefblaue Tropenhimmel" von dem manche Reisende berichten, ist eine Ausnahmeerscheinung, die man nur nach Kaltlufteinbrüchen beobachtet. Die Intensität des Lichtes wird geschwächt, weil die Sonnenstrahlen zu einem großen Teil in den Dunstschichten absorbiert oder reflektiert werden. Deshalb steigen auch die Temperaturen am Tage nicht so extrem hoch an wie in den Subtropen. Die gleiche Dunstschicht verhindert nachts eine stärkere Ausstrahlung, die Temperatur sinkt daher nur geringfügig ab.

Aus dieser jahrein, jahraus gleichmäßig verlaufenden Temperatur ist es zu erklären, daß der Temperaturbeobachtung in Amazonien nicht die Bedeutung zugemessen wird wie bei uns. Von den uns für diese Untersuchung zur Verfügung stehenden Meteorologischen Stationen veröffentlichen nur weniger als die Hälfte Temperaturangaben.

Im Ost - West Schnitt erhält man für Amazonien folgendes Bild der mittleren Jahrestemperaturen (120; 122):

(51) Belém	25,7°C	(18) Uaupés	24,9°C
(45) Taperinha	25,5°C	(31) Iquitos	26,0°C
(44) Obidos	26,2°C	(71) S.Madureira	23,8°C
(40) Manaos	27,2°C		

Die mittlere Jahrestemperatur nimmt zum Landesinnern bis Manaos zunächst zu und nicht ab, wie DRAENERT (29) auf Grund seines kurzzeitigen Beobachtungsmaterials ausführte. Erst westlich von Manaos ist eine Abnahme der Jahresmitteltemperatur festzustellen. Diese Beobachtung beruht auf der später zu besprechenden Regenverteilung und auf dem dichteren Urwaldbewuchs im westlichen Amazonien, wodurch die Temperatur gesenkt wird.

Für Manaos, das eine mittlere Jahrestemperatur von 27,2°C besitzt, kann die Ansicht HANNs (65) bestätigt werden, daß die von Lopes de Campos angegebene mittlere Jahrestemperatur von

28,1° um 1° zu hoch liegt, da sie aus den Extremwerten der Tagestemperatur errechnet wurde. Daß aber die Temperaturen in Amazonien im Schatten 40°C öfter erreichen und nachts selten unter 35°C sinken, kann nicht belegt werden. Diese Angaben ARNAUs (2, S.128 f.) müssen wir als übertrieben zurückweisen. Nicht einmal die absoluten Maxima erreichen mit 35,1°C in Belém und 37,8°C in Manaos ARNAUs Angaben. Nur in den trockeneren Gebieten findet man, aber auch nur in einem Monat wie in Óbidos (41,1°C am 12. 7. 1940), ein absolutes Maximum über 40°C, das dann aber in den darauffolgenden Monaten sofort wieder um 35°C schwankt. (Siehe auch Diagramme Kapitel III,3.)

(70) Senna Madureira	23,8°C	(98) St. Ana	26,8°C
(92) Cobija	25,6°C	(99) Trinidad	26,5°C
(97) Guayamerim	26,6°C	(111) Concepción	24,2°C

Der obige Nord-Süd-Schnitt durch das bolivianische Amazonastiefland zeigt, daß die mittlere Jahrestemperatur zunächst bis St. Ana zunimmt, weil in Bolivien wegen der längeren Trockenzeit der Waldwuchs abnimmt, die ständige Dunstschicht fehlt und somit die Einstrahlung stärker ist. Was WILHELMY (211, S. 138) für das Alto-Paraná-Gebiet ausführt, gilt auch für Amazonien: "Der Urwald ist nicht nur der Regulator hinsichtlich der Verteilung des Niederschlags und der davon abhängigen Luft- und Bodenfeuchtigkeit. Er beeinflußt auch in hohem Maße den Gang der Temperatur. Mit dem Schwinden der Vegetationsdecke haben sich die Temperaturgegensätze verschärft".

Südlich von Trinidad sinken die mittleren Temperaturen ab. Entscheidender als die Verteilung der mittleren Jahrestemperatur ist aber eine Darstellung der gemittelten wahren Temperaturwerte der beiden Extremmonate; d.h. beim jeweiligen Sonnenhöchst- und Sonnentiefststand. Amazonien liegt innerhalb der Wendekreise, der Sonnenhöchststand fällt deshalb nicht überall in denselben Monat. Da aber in der Klimatologie als Extremmonate allgemein Januar und Juli genommen werden, wollen wir uns dem anschließen, um ein allgemeingültiges Bild zu erhalten.

Die Karte der Januarisothermen zeigt, daß in Amazonien ein Gebiet mit Temperaturen über 26°C seine nördliche Grenze etwa am Orinokoknie an dem südlichen Abhang des Guayanamassivs, nach

Paramaibo hin hat. Die Südliche schneidet den Unterlauf des Ucayali, verläuft parallel zu ihm bis nördlich von Iuaretê und biegt dann nach SO aus. Östlich von Coari schneidet diese 26°C-Isotherme den Amazonas, umschließt noch Manicoré und zieht etwa parallel zum Madeira, tritt bei Santarem noch einmal für eine kurze Strecke über den Amazonas und erreicht nördlich vom Mündungsarm des Amazonas/Xingu nach SO schwenkend küstenparallel die Grenze unseres Untersuchungsgebietes. In diesem von der 26°C-Isotherme eingeschlossenen Raum umschließt die 27°C-Isotherme den Guaviare und die Akarai Mts.

Temperaturen über 26°C findet man auch am Beni-Mamoré-Zusammenfluß zwischen San José und Cuyaba. Im Zentrum dieses Raums steigen die Temperaturen wieder über 27°C.

Zwischen diesen beiden Zonen wurden Temperaturen von 25 bis 24° C am Ober- und Mittellauf des Purus, sowie am Rio Jurua gemessen. Man findet sie auch zwischen Fonte Bôa und Arajuno über den Amazonas hinaus und bei Taracuá sogar am Äquator. Temperaturen gleicher Höhe werden ebenso am Xingu und Tocantins sowie am Mittellauf des Rio Tapajóz registriert. Allein die Mittelläufe des Rio Tocantins und Araguaya weisen Temperaturen über 25°C auf. Im Norden und Süden des Gebietes bei St. Elena und Alto Araguaya sinken die Temperaturen infolge der größeren Meereshöhe (etwa 800 m NN) unter 23°C ab.

Auf der Juli-Isothermenkarte erkennt man nur noch ein Gebiet mit Temperaturen über 26°C. Es ist im Osten an der Küste zwischen Sao Luis und Salinópolis durch einen Streifen mit Temperaturen unter 26°C unterbrochen. Bis östlich von Coari unterscheidet sich der Verlauf der 26°C-Isotherme kaum von dem im Januar. Dann weicht die Linie jedoch zum Westen hin stärker nach Norden aus. Die nördliche 26°C-Isotherme wurde kaum verlagert. Temperaturen unter 25°C finden wir am Andenabhang nördlich des Austritts des Amazonas aus den Anden und etwa 200 km südlich der oben beschriebenen 26°C-Isotherme. Temperaturen unter 23°C beherrschen die Quellgebiete der großen südlichen Nebenflüsse des Amazonas. In Südamazonien treten im Grenzgebiet sogar an einigen Orten Temperaturen unter 20°C auf. Diese Ausbiegungen der Isothermen niederer Temperaturen zum Äquator hin sind durch Kaltluftein-

brüche aus Süden zu erklären (siehe Kapitel II,4).

Ein Vergleich unserer Temperaturkarten mit KNOCHs (97, S.625) weist größere Differenzierungen auf. Besonders die Januarkarte zeigt bei uns kein so geschlossenes und großes Areal der Temperatur über 26°C wie bei KNOCH.

Einen Überblick über den Jahresgang der Temperatur in Amazonien vermitteln die im Kapitel III,3 dargestellten Temperaturkurven. Sie werden dort eingehender besprochen, so daß hier nur das wichtigste herausgehoben werden soll. In Belém (Abb.25) und Manaos (Abb.18) kann man nur ein Maximum und ein Minimum der mittleren Temperatur erkennen. Das Maximum liegt im November bzw. September, das Minimum im Februar bzw. März. Das Maximum fällt nicht mit dem Sonnenhöchststand zusammen. Wir sehen hier schon, daß sich in den Tropen der Einfluß anderer meteorologischer Elemente bemerkbar macht und bei der Betrachtung der Temperatur zu berücksichtigen ist (64, S.259). Die absoluten und gemittelten Minima der Temperatur fallen mit denen des Niederschlags gewöhnlich zusammen, während die Tiefstwerte der absoluten und gemittelten Maxima am Ende der Regenzeit liegen, und die Höchstwerte am Ende der Trockenzeit.

Die Jahresamplitude beträgt für Belém 1,7°C und für Manaos 1,6°C. Sie liegen in Manaos trotz der seeferneren Lage nicht über der von Belém.

Einen ähnlichen Verlauf der Temperaturkurven finden wir in Senna Madureira (Abb.20). Diese Station hat eine Jahresschwankung von 2,6°C. Der Kurvenverlauf ist in diesem Ort noch stärker vom Niederschlag abhängig. In der Regenzeit ist es kühl, in der Trokkenzeit nimmt die Temperatur infolge der stärkeren Sonneneinstrahlung zu. BAUER (8) berichtet von ähnlichen Verhältnissen für NW-Amazonien. Die Tiefstwerte der gemittelten Minimatemperaturen bei Senna Madureira fallen in die Mitte der Trockenzeit (Juli), ihr höchster Wert in den Dezember. Die Kurve der absoluten Maxima ist sehr ausgeglichen und verläuft bei ca 36°C, ganz im Gegensatz zu jener der absoluten Minima, die eine Amplitude von 11°C aufweist. Bei den gemittelten Maxima liegen Tiefpunkt und Hochpunkt dicht beieinander (Juni bzw. September).

Nur in dem südlichen Teil Amazoniens macht sich ein doppeltes

Temperaturmaximum bemerkbar. So finden wir in Imperatriz (Abb. 12) ein Maximum im März/April mit 23,7°C und ein größeres im Oktober mit 24,1°C. Die niedrigste Temperatur wird im Juli mit 21,8°C gemessen. Das zweite Minimum im Januar mit 23,3°C ist nicht so ausgeprägt. Auch in Bolivien können zwei Maxima festgestellt werden (Diagramme von Concepción Abb.9). In diesem Bereich hat die Amplitude schon höhere Werte (5,3°C), da er am Rande der inneren Tropen liegt. Während bei Senna Madureira die Tiefstwerte der mittleren Minima noch bei ca 18°C und die der absoluten Minima bei 5°C liegen, sinken die entsprechenden Werte für Concepción auf 13 bzw. 2°C herab. Dies ist ein Anzeichen dafür, daß wir uns in Concepción bereits an der Grenze der inneren Tropen befinden.

Eine Vorstellung von dem gleichmäßigen Verlauf der Temperatur vermitteln die Temperaturdiagramme von Porto Nacional und Manaos (September, Juni), die man bei TREWARTHA (188, S.244, S.260) findet. Die Diagramme zeigen, daß keine großen Schwankungen der Temperatur in Amazonien auftreten. Die Temperaturen erreichen fast täglich die gleichen Höhen und am frühen Morgen die gleichen Minima. Leider stehen uns die entsprechenden Niederschlagskurven nicht zur Verfügung, denn der jeweilige Niederschlag beeinflußt den täglichen Temperaturgang stark. Hierauf weist besonders GOELDI (51, S.351) hin, der Temperaturstürze von 8°C nach Gewitterschauern in Belém beobachtet hat. In Porto Nacional, das eine ausgeprägte Trockenzeit hat, liegen die täglichen Minima im Winter tiefer als im Sommer, weil die Ausstrahlung größer ist. Dementsprechend sind in Porto Nacional auch die täglichen Temperaturschwankungen größer als in Manaos. SCHRÖDER (160, S.9) gibt für Amazonien eine unperiodische Tagesschwankung von 8-10°C an. Mit dem Eintritt der Jahreshöchsttemperatur stellt sich gleichzeitig die höchste unperiodische Tagesschwankung ein, da, wie oben schon gezeigt wurde, die Höchsttemperatur in die Trockenzeit fällt, in der die Ausstrahlung infolge der niederen relativen Feuchtigkeit am größten ist.

In Amazonien ist eine größere Tages- als Jahresamplitude festzustellen. Es gehört zu den Ländern mit einem Tageszeitenklima. Diese tägliche Schwankung wird zum Acregebiet und nach Bolivien

hin größer. LE COINTE (22, S.190) berichtet sogar, daß die tägliche Temperaturamplitude schon im Gebiet der Nebenflüsse ansteigt. 100 km nördlich von Óbidos soll z.B. die Schwankung auf der Hochfläche von Ariramba größer sein als in Óbidos.

b. Die Thermoisoplethen - Diagramme

Eine ideale Zusammenschau der Temperaturverhältnisse hat TROLL (195) durch seine Methode der Thermo-Isoplethen-Diagramme ermöglicht. In diesen Diagrammen können in dreidimensionaler Sicht neben den jährlichen auch die täglichen Änderungen der Temperatur veranschaulicht werden. TROLL (195, S.82) führt über seine Diagramme aus: "Die Thermoisoplethen sind ..., die vollkommenste graphische Darstellung des Temperaturganges. ... Man kann die normale Temperatur für jede Stunde des Jahres ablesen, kann die Temperatur einer bestimmten Tagesstunde durch das ganze Jahr hindurch verfolgen oder auch den täglichen Temperaturgang in seiner jahreszeitlichen Veränderung." Es kann auch die Amplitude für die einzelnen Tageszeiten entnommen werden.

Wir besprechen zuerst das von TROLL (195) 1943 veröffentlichte Thermoisoplethen-Diagramm von Belém. Bei der Auswertung folgen wir im wesentlichen seinen dortigen Ausführungen. Das Gesamtbild der Isoplethen zeigt einen sehr gleichmäßigen Verlauf der Kurven zur gleichen Stunde während des ganzen Jahres. Nur des Nachts und zur Mittagszeit erfolgt eine kleine Abweichung von der Parallelen, und allein zu dieser Zeit macht sich der Einfluß der Trocken- oder Regenzeit geltend. Die Jahresschwankung ist in Belém sehr gering.

Betrachten wir den Temperaturverlauf am Tage, so stellen wir ein Minimum kurz vor Sonnenaufgang fest. Bis etwa 11^{00}Uhr folgt eine dicht gedrängte Kurvenschar, die ein schnelles Ansteigen der Temperatur von 22,5°C umd 6^{00}Uhr auf 29,5°C um 11^{00}Uhr, also um 7°C anzeigt.

LE COINTE (22) bestätigt dieses Ergebnis für Amazonien: Die Luft ist gegen 2^{00}Uhr morgens frisch. Sobald die Sonne aufgeht, ist es schon heiß. - Für 3 1/2 Stunden von 11^{30} bis kurz nach 15^{00} Uhr hält sich die Temperatur fast konstant auf 30°C. Allein im November erreicht sie um 13^{00}Uhr ein Maximum von 31,1°C, wäh-

rend sie von Januar bis Mitte Mai unter 30°C liegt, mit einem Minimum von 28,7°C im Februar. Dabei verschiebt sich auch das Mittagsmaximum, das beim Tiefstand der Sonne in den Monaten Juli bis August um 13-14 Uhr eintritt, auf die Zeit vor 13 Uhr im Dezember.

Zieht man zur Erklärung dieses Phänomens die Niederschlagskurve von Belém heran (Abb.25), so erkennt man, daß das Minimum der Temperatur in der Regenzeit und das Maximum um 13^{00}Uhr in der Trockenzeit, oder besser in der Zeit mit geringerem Niederschlag, auftritt.

Die Temperatur sinkt nicht so schnell, wie sie ansteigt. Die Isoplethen ziehen sich immer weiter auseinander, so daß zum Rückgang der Temperatur von 25° auf 24°C fast 2 1/2 Stunden benötigt werden, während der Anstieg zur gleichen Temperaturhöhe in einer halben Stunde vor sich geht. Von 22^{00} bis 6^{00}Uhr fällt sie kaum noch. Die tiefste Temperatur wird im November, also in der Trockenzeit erreicht (zur gleichen Zeit wie das Maximum um 13^{00} Uhr), da dann die Ausstrahlung am größten ist (47, S.132 f.). Im November beträgt die tägliche Amplitude etwa 9°C, während sie zur Regenzeit im Mai nur 6,5°C aufweist. In der Regenzeit sinkt die Quecksilbersäule nicht unter 23°C und steigt nicht über 30°C. Der Temperaturgang ist in der Regenzeit ausgeglichener als in der Trockenzeit.

Man kann im ganzen Jahr deutlich vier Zeiten im täglichen Wärmegang feststellen: Eine isotherme Nachtzeit, einen starken Anstieg der Wärme am Vormittag, eine isotherme Mittagszeit von etwa 3 1/2 Stunden und eine langsame Wärmeabnahme zum Abend hin. Die mittlere jährliche Temperatur von 25,7°C wird in der Trokkenzeit zwischen 18^{30} und 20^{00}Uhr, in der Regenzeit schon gegen 18^{00}Uhr, beim Sonnenuntergang, erreicht. Diese Temperatur wird das ganze Jahr hindurch auch morgens kurz nach 8^{00}Uhr gemessen. Hier prägt sich der Einfluß der Regen- und Trockenzeit nicht so stark aus.

Der parallele Thermoisoplethenverlauf besagt, daß Belém ein Tageszeitenklima besitzt, in dem der Jahresgang der Temperatur eine untergeordnete Rolle spielt und der Sonnenstand keinen Einfluß mehr auf den jährlichen Temperaturgang hat.

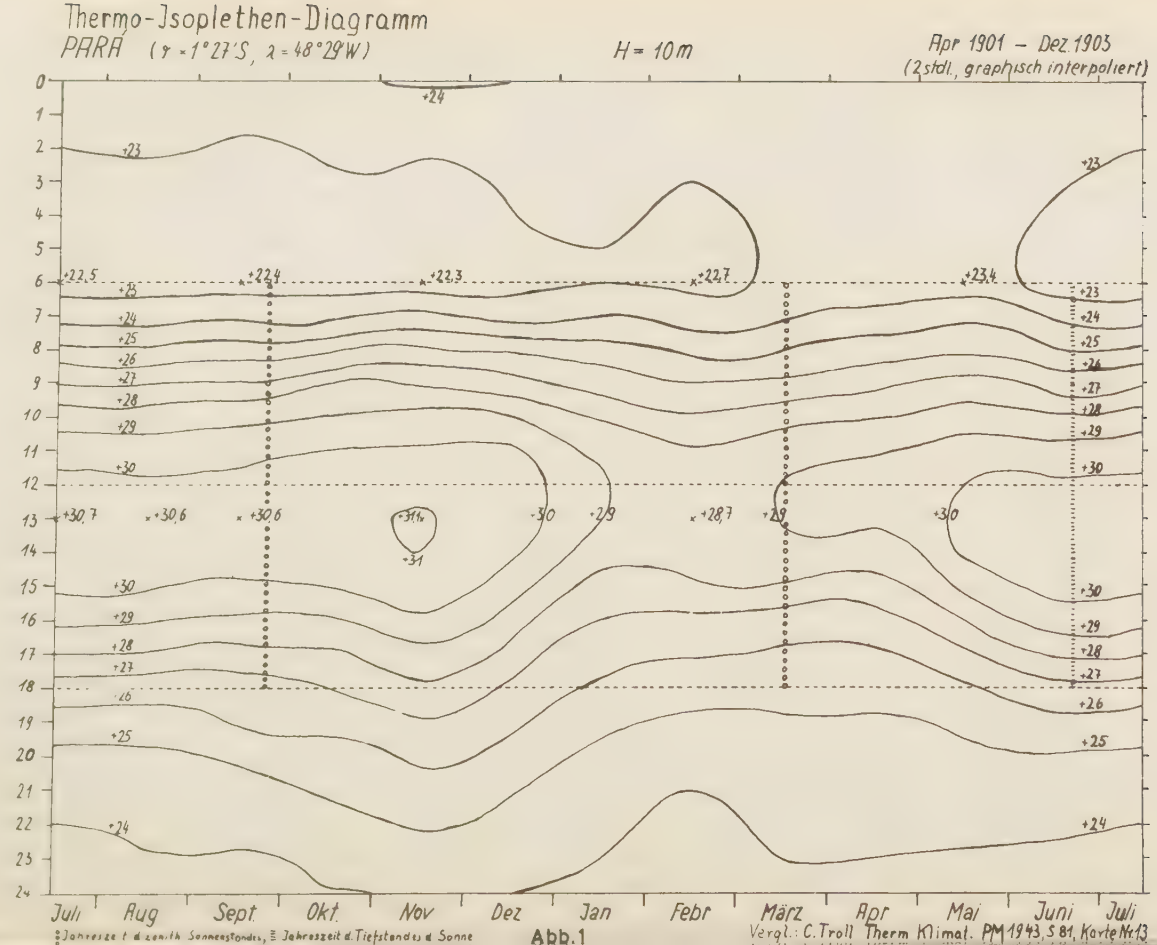


Abb. 1

Vergl.: C. Troll Therm Klimat. PM 1943, S 84, Karte Nr. 13

Thermo-Isoplethen-Diagramm 1903/04

Nord-West-Amazonien (R. Negro-R. Jgana-R. Aiary) monatl. gemitt. – interpoliert

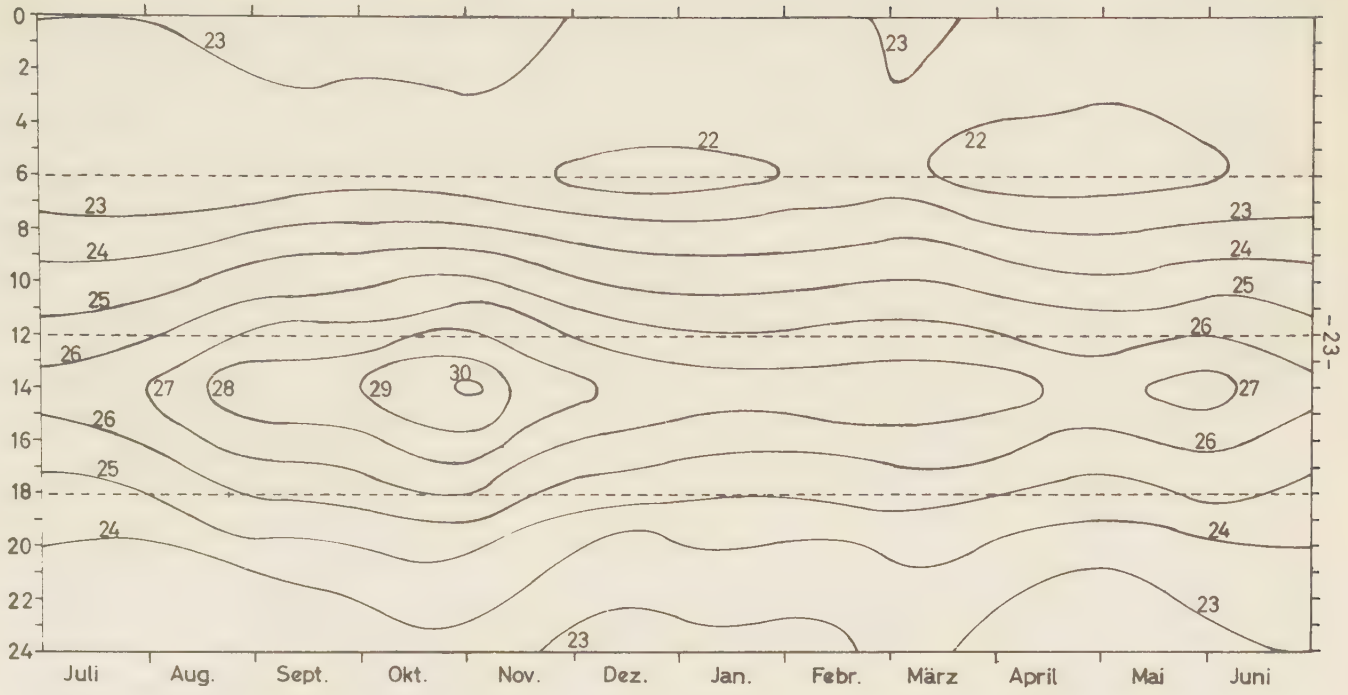


Abb. 2

Thermo-Isoplethen-Diagramm

1948

Riberalta (Bolivien) 11°S, 64°41'W, 172m NN

monatl. gemitt. – interpoliert

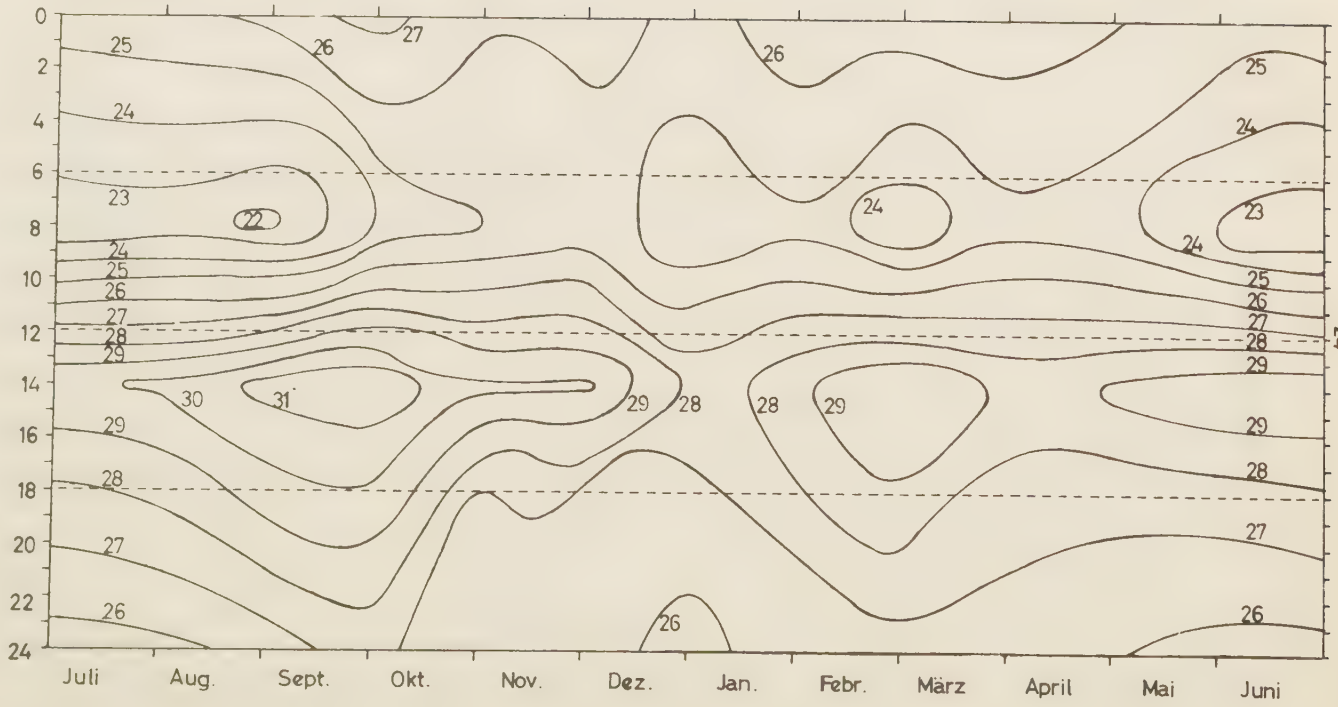


Abb. 3

Da uns keine weiteren Stationen mit stündlicher Temperaturmessung zur Verfügung stehen, erhielten wir die Thermo-Isoplethen-Diagramme für NW-Amazonien, Riberalta und Concepción durch Interpolation des monatlichen Mittels der dreimal am Tage aufgezeichneten Ablesungen.

Sie zeigen im wesentlichen einen ähnlichen Temperaturgang wie Belém. Besonders das Diagramm von NW-Amazonien (Abb.2), das nach Tagebuchaufzeichnungen von KOCH-GRÜNBERG (103) angefertigt wurde, ähnelt sehr dem von Belém (Abb.1). Allerdings erreichen die Temperaturen hier nicht so hohe Werte, weil wir uns in einem ständig feuchten Gebiet befinden, in dem der Niederschlag nicht so schwankt, wie in Belém. Nur im Oktober/November hat man zur Mittagszeit mit Temperaturen um 30°C zu rechnen, während sie in den anderen Monaten zwischen 27-29°C schwanken. Die tiefsten Temperaturen liegen vor Sonnenaufgang im Dezember/Januar und von März bis Mai bei etwa 22°C. Der Regenwald bedingt durch seinen Temperaturausgleich keinen so schnellen Anstieg der Temperatur wie in Belém, somit auch keine so dichte Kurvenschar am Vormittag. Ziehen wir zum Vergleich die Niederschlagskurve von Uaupés (Abb.26) heran, so erkennen wir, daß die Temperaturmaxima in die Trockenzeit fallen (Okt.). In dieser Zeit haben wir mit einer täglichen Temperaturamplitude von 7-8°C zu rechnen, während sie in der Regenzeit (März) nur etwa 4-5°C beträgt.

Weiter im Süden, im bolivianischen Amazonastiefland ändert sich das Bild der Isoplethen. Zwar erkennt man bei Riberalta (Abb.3) ebenfalls noch das Vorherrschen der Waagerechten, doch wölben sich von September bis Oktober die Kurven auf. Dies ist ein Zeichen, daß wir der Grenze der inneren Tropenzone nahe sind, denn in den Randtropen wird das parallelhorizontale Kurvenbild von einer oval verlaufenden Kurvenschar abgelöst (193, S.186). Die tägliche Temperaturamplitude liegt im September/Oktober (Trokkenzeit) bei 9°C und im Dezember/Januar bei 3°C (Regenzeit). Der Gegensatz von Regen- und Trockenzeit prägt sich in der unterschiedlichen Temperaturamplitude aus.

Noch weiter südlich, in Concepción (Abb.4), verstärkt sich der ovale Verlauf der Thermoisoplethen. Hier haben wir in der Trokkenzeit (September bis Oktober, vergleiche Niederschlagskurve

Thermo-Isoplethen-Diagramm 1948

Concepción (Bolivien) 16°15'S, 62°03'W, 490m NN monatl. gemitt.- interpoliert

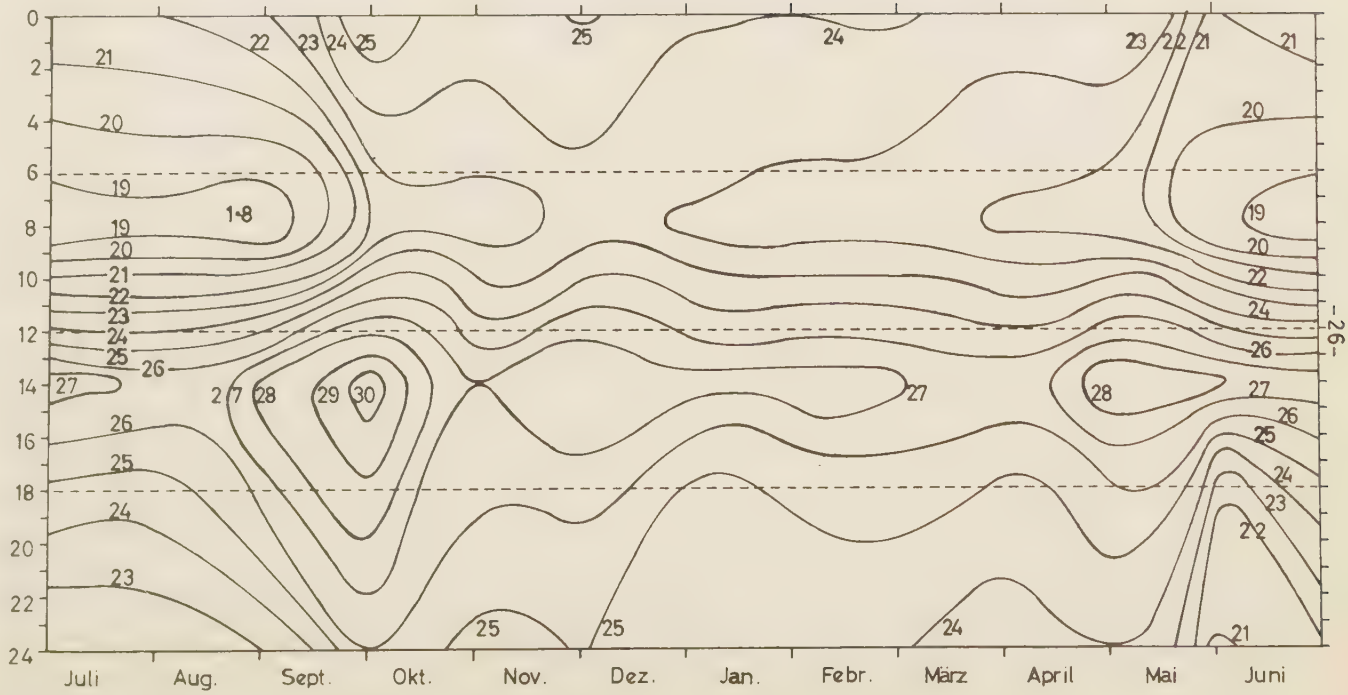


Abb. 4

Abb.9) eine Temperaturamplitude von 12°C und in der Regenzeit (Januar bis Februar) eine solche von nur 3°C. Die Kurvenschar ist in der Trockenzeit (September) vormittags besonders dicht. Von 6°° bis 12°°Uhr steigt das Thermometer von 18 auf 28°C (= 10°), während es von 12°° bis 18°° Uhr nur um 1°C von 28 auf 27°C fällt. Der temperaturausgleichende Regenwald fehlt, demzufolge treten hier wieder größere tägliche Temperaturanstiege auf. In der Regenzeit ist der Verlauf der Thermoisoplethen ausgesprochen waagrecht.

Die Äquatorialen Luftmassen der unmittelbaren Äquatornähe bewirken einen horizontalen Isoplethenverlauf, da die dortige Dunstglocke Einstrahlungsvorgänge und die damit verbundene Erwärmung herabsetzt. In den Randtropen dagegen sind die Tropischen Luftmassen das beherrschende Element. Hier ist in der Trockenzeit die Dunstschicht nicht so stark entwickelt, die Einstrahlung und die damit verbundene Erwärmung werden stärker, somit sind die Isoplethen in der Trockenzeit aufgewölbt. Am Rande der inneren Tropen nimmt der Kampf zwischen Äquatorialer und Tropischer Luftmasse stärker zu, d.h. in der Trockenzeit überwiegen die Tropischen Luftmassen und damit im Diagramm die aufgewölbten Isoplethen, in der Regenzeit Äquatoriale Luftmassen mit waagerecht verlaufenden Isoplethen.

Außer dem oben monatlich gemittelten Thermoisoplethen-Diagramm für NW-Amazonien (Abb.2) wurde noch ein anderes (Abb.5) entworfen. In diesem Falle mittelten wir die Werte aber nicht monatlich, sondern faßten sie zu jeweils sechs Tagen zusammen. Zur Auswertung dieses Diagramms wird das Niederschlagsdiagramm von Uaupés (Abb.26) herangezogen, das die Regenverteilung in diesem Gebiet gut wiedergibt.

In der Regenzeit von November bis Januar und von April bis Ende Juli herrscht ein fast parallel horizontaler Verlauf der Temperaturkurven. Während sich nun beim monatlichen Mittel (Abb.2) nur <u>eine</u> große Trockenzeit durch Aufwölbung der Kurven zu erkennen gibt und im Februar keine Trockenheit zu vermuten ist, tritt diese bei dem sechstägigen Mittel (Abb.5) deutlich hervor. Der horizontale Verlauf der Isoplethen wird besonders zwischen 6°° und 18°°Uhr durch einen fast vertikalen Kurvengang

abgelöst. Das ist das Kennzeichen für ein Isoplethen-Diagramm der Subtropen. Die im März in NW-Amazonien herrschende Trockenzeit kann aus diesem Diagramm abgelesen werden. Die Äquatoriale Luftmasse wird etwa von Mitte Februar bis Mitte März durch die Tropische verdrängt, die Trockenheit verursacht. Auch bei der großen Trockenzeit von November bis Januar kann man einen vertikalen Kurvenverlauf feststellen. Weil aber diese Trockenzeit länger anhält, wird der bisher ovale Verlauf der Kurven nun gestreckter.

Um auch kürzere Trockenzeiten aus dem Thermo-Isoplethen-Diagram ablesen zu können, erweist es sich somit als notwendig, auf Mittelwerte zurückzugehen, die unter dem monatlichen liegen. Im monatlichen Mittel werden Luftmasseneinbrüche überdeckt, deren Einfluß nicht einen vollen Kalendermonat andauern.

Das Diagramm (Abb.5)+ zeigt aber auch, daß NW-Amazonien einem ständigen Wechsel der beiden Luftmassen unterliegt. Die kleinen Aufwölbungen zur Vertikalen weisen darauf hin. Die Äquatoriale Luftmasse herrscht aber bis auf die beiden Trockenzeiten vor, was besonders durch die 25°C-Isoplethen verdeutlicht wird, die auch in den beiden Trockenzeiten fast waagerecht verläuft. Aus dem Kurvenbild wird auch deutlich, warum in der Regenzeit die monatlichen Niederschläge nicht immer gleich hoch sind, sondern allmählich ansteigen, in gleichem Maße nämlich, wie die Einbrüche der Tropischen Luftmassen an Häufigkeit und Dauer nachlassen. Beim Höchstwert der monatlichen Niederschläge ist damit zu rechnen, daß kein Tropischer Luftmasseneinbruch erfolgt, wie es das Diagramm (Abb.5) für die Monate April/Mai zeigt.

Leider steht uns nur das Tagebuch von KOCH-GRÜNBERG (103) zur Auswertung zur Verfügung. Es ist daher nicht möglich, für Amazonien weitere Diagramme dieser Art zu entwerfen, um mit ihrer Hilfe die Dynamik des Klimas genauer erfassen zu können.

+ Abb.5: Siehe Anhang

3. Der Niederschlag

Eine Niederschlagskarte von Amazonien, die über die politischen Grenzen hinaus den Gesamtraum umfaßt, fehlt bis jetzt noch. Wir haben deshalb versucht, eine Karte der Jahresisohyeten von Amazonien zu entwerfen. Als Grundriß diente Bartholomews Karte "South America - 1:10 Mill.", 1959.

Die Grundlage unserer Karte bilden die Aufzeichnungen des Serviço de Meteorologica do Brasil (170) und die im Atlas Pluviométrico do Brasil (16) angegebenen 25-jährigen Mittelwerte des amazonischen Teiles von Brasilien. Da die ständig beobachtenden meteorologischen Stationen zu weit voneinander entfernt liegen, werden daneben auch alle andern zur Verfügung stehenden Niederschlagswerte von kürzerer Beobachtungsdauer verwandt, um eine zuverlässige Vorstellung von der Verteilung der Niederschläge zu erhalten.

Für den bolivianischen Teil des Tieflandes konnten die vom Ministero de Agricultura (123; 124) veröffentlichten Werte von 1945-1958 verarbeitet werden. Es ist jenes Teilgebiet Amazoniens, das gegenwärtig den am besten ausgebauten meteorologischen Dienst besitzt. Für Peru liegt das Boletin Anual Meteorologico (122) vor; jedoch enthält es nur sehr wenig Stationen aus unserem Untersuchungsraum. Für alle anderen Teile des Gebietes wurden die im Literaturverzeichnis angeführten Quellen verwandt (28; 120; 143; 154 u.a.).

Auf unserer Isohyetenkarte von Amazonien lassen sich zwei Gebiete mit hohen Niederschlägen erkennen, die von Arealen geringerer Niederschläge umsäumt werden. Daß es am unteren Amazonas ein Gebiet gibt, in dem die Niederschläge unter 200 mm liegen, deuten schon die Karten von SIEVERS (177), FRANZE (48) und der Atlas Pluviométrico (16) an. Wir wollen die unterschiedlichen Niederschlagsgebiete näher abgrenzen:

Über 3000 mm Jahresniederschlag fallen an der Amazonasmündung, jedoch nicht mehr in Belém, sondern an dem nördlichen Küstenteil der Insel Marajo bis nördlich von Cayenne, das nach VOSS (202) auf Grund 41-jähriger Beobachtungen ein Jahresmittel von 3011 mm aufweist. Die 3000 mm-Isohyete finden wir in Amazonien

ein zweites Mal in seinem westlichen Teil. Sie tritt nördlich von Villavicencio in die Tiefebene ein und verläuft zunächst am Andenrand nach Südwesten, biegt dann am Äquator nach Nordosten um, schließt den Casiquiare, den Ober- und Mittellauf des Rio Jurua und Rio Negro ein.

Innerhalb dieses Raumes liegt auch der Ort mit den höchsten in Amazonien gemessenen Niederschlägen: (34) Taracúa mit 3531 mm. Eine weitere Differenzierung ist bei dem Mangel an Stationen nicht möglich, weil die zur Abgrenzung dieses Niederschlagsgebietes herangezogenen Stationen bereits am Andenabhang liegen und nicht mehr als repräsentativ für das Tiefland gelten können. Dagegen weisen die Orte am Abhang Niederschläge über 3500 mm im Jahr auf, ja sogar über 4800 mm in (13) Villavicencio in 498 m Meereshöhe und bei (12) Acacias (490 m) mit 5272 mm. Die hohen Niederschläge werden durch Steigungsregen verursacht. Andererseits ist auch die niedrige Niederschlagsmenge von Sibundoy (154) mit 2796 mm in 2224 m Meereshöhe zu erklären, denn diese Station liegt schon in einem sich im Regenschatten befindenden Andental.

Die 2500 mm-Isohyete umschließt das Gebiet mit über 3000 mm Jahresniederschlag im Abstand von ca 100 km. Diese Isohyete finden wir noch einmal etwas weiter südöstlich am mittleren Madeira und Tapajóz, wo sie die Orte (74) Labrea mit 2500 mm, (80) Alto Tapajóz 2739 mm und (76) Manicoré sogar mit 2868 mm umgibt. Da diese Orte aber nur reine Niederschlagsmeßstellen sind, kann dieses inselartige Auftreten eines Gebietes mit höherem Niederschlag z.Zt. noch nicht erklärt werden.

Über 2000 mm Niederschlag fallen in den Gebieten des Ober- und Unterlaufs des Guaviare und des gesamten Rio Negro, des Amazonas bis Parintins, die Mittelläufe des Rio Xingu und Rio Tapajóz, sowie in allen Einzugsgebieten der südlichen Nebenflüsse des Amazonas westlich von Parintins bis auf die ihrer Oberläufe. Bemerkenswert sind die große Scharung der Isohyeten und die starke Einbuchtung der niederschlagsreichen Zone zwischen Villavicencio und Oroqué. Während Villavicencio nach neunjähriger Beobachtung einen mittleren Jahresniederschlag von 4807 mm aufweist, fällt er in Oroqué (nach einem 5-jährigen Mittel) auf

1918 mm (154). Miraflores hatte 1952 sogar nur 1279 mm Regen (121), doch scheint dieses Jahr besonders trocken gewesen zu sein, so daß der mittlere Jahresniederschlag höher angesetzt werden muß. Hier muß ein schneller Übergang vom feuchten Regenwaldklima zu dem der Llanos liegen, die sich im Norden an Amazonien anschließen. Damit stimmt auch HUMBOLDTs Feststellung (82, S.111 f.) überein, daß bei San Antonio de Javita unterhalb 3°N Regen in allen Jahreszeiten fällt, während es oberhalb der angegebenen Grenze im Winter sehr trocken ist.

Am Beni und Mamoré liegt ein ausgedehntes Gebiet mit Niederschlägen zwischen 1750-1500 mm. Eine Zunge mit Niederschlägen unter 1500 mm erstreckt sich über Cuyaba nach Araguaya. Die niedrigste Regenmenge verzeichnen (109) Ascención Guaroyas mit 971 und (110) San Javier mit 978 mm Jahresniederschlag. Südlich dieser Orte folgen die wieder niederschlagsreicheren Gebiete, die bereits im Einzugsgebiet des Rio Paraguay liegen. Der höhere Niederschlag im Alto Araguaya ist aus der Höhenlage dieses Ortes zu erklären (Steigungsregen).

In der Literatur (33; 94) findet man häufig den Hinweis auf die äußerst niedrigen Niederschlagswerte von 312 mm für (73) Floriano Peixoto und 307 mm für (36) Fonte Bôa am Amazonas. Diese Werte stammen aus dem Boletin Meteorologico (116) von 1910-1922, wurden aber im Atlas Pluviométrico (16) korrigiert, so daß sich nun beide Orte gut in die Reihen der Nachbarstationen einordnen. Die ebenfalls veröffentlichten Zahlen für die Niederschlagstage ließen schon immer einen Zweifel an der richtigen Übermittlung der Niederschlagsmengen aufkommen.

Im Osten des Landes schiebt sich zwischen beiden niederschlagsreichen Gebieten mit jährlichen Regenmengen über 2000 mm eine trockene Zone ein, die Niederschläge zwischen nur 2000 und 1750 mm hat. Auf diesen Teil Amazoniens, der besonders niederschlagsarm ist, wies schon 1868 WAPPÄUS (206, S.1222) nachdrücklich hin. Leider geriet diese Bemerkung dann aber wieder in Vergessenheit; dies gibt besonders die VOSS'sche Karte (202) zu erkennen.

In dieses Gebiet reicht sogar noch eine Zunge mit Regen unter 1750 mm hinein, die bei Óbidos (1730 mm) bis an den Amazonas

vorstößt. Um Altamira (1687 mm) südlich des Amazonas findet sich schließlich noch einmal eine Insel mit Niederschlägen unter 1750 mm. Dabei hat die südlich von Obidos liegende Station Taperinha schon fast wieder 2000 mm Jahresniederschlag. Die 1750 mm-Isohyete schließt auch den Mittellauf des Rio Branco ein; die Vegetation läßt sich ebenfalls vermuten. Im Quellgebiet des Rio Branco sinkt nach FRANZEs Angabe (48) der Jahresniederschlag in (23) Eupukai sogar auf 1173 mm herab. Eine Bestätigung dieser ausgesprochenen Trockenheit finden wir schließlich bei KOCH-GRÜNBERG (102, S.110). Der Roraima bildet nach seinen Angaben eine Klimascheide. Östlich dieses höchsten Berges in Amazonien liegt Urwald (auf unserer Karte verzeichnet man hier einen Niederschlag über 2000 mm), während westlich von ihm die Llanos beginnen (der Niederschlag sinkt weiter unter 2000 mm). Bemerkenswert ist wieder die dichte Scharung der Isohyeten, die bis zum Amazonas nach Süden anhält. Man kann dies durch die ausgesprochene Lage im Windschatten des Guayana-Massivs erklären. Die 2000 mm-Isohyete umfaßt noch einen halbkreisförmigen Raum südlich des Amazonas, den Unterlauf des Tocantins und biegt dann nach Norden aus. An der Küste zwischen Turiaçu und Parnahyba kann ebenfalls noch einmal ein Gebiet mit Niederschlägen über 2000 mm ausgeschieden werden. Den höchsten Niederschlag empfängt hier (56) Sao Joao mit 2880 mm; jedoch beruht diese Angabe nur auf einer zweijährigen Beobachtungszeit (116). Ein höherer Niederschlagswert als der des umgebenden Landes wäre für Sao Joao aber durchaus verständlich, da es eine extrem ozeanische Lage hat.

Die 1750 mm-Isohyete verläuft im Südosten Amazoniens von 3°S an der Atlantikküste nach Südwesten und schneidet den 10.°S ungefähr bei 48°W, biegt dann bei Taguatinga scharf nach Westen ab und zieht weiter nach Bolivien. Der Tocantins fließt südlich von 5°S in seiner gesamten Länge in dem Raum mit einem Jahresniederschlag zwischen 1750-1500 mm. Nur bei Porto Nacional tritt noch einmal die 1750 mm-Isohyete über den Tocantins nach Osten. Das Einzugsgebiet seines Nebenflusses, das Araguayo, liegt dagegen mit Ausnahme seiner Quellflüsse in dem Niederschlagsbereich über 1750 mm. Diese 1750 mm Linie bildet bis Taguatinga auch die klimatische Grenze Amazoniens zum weitaus trockneren Ceara, das Jahresniederschläge unter 1500 mm verzeichnet.

Es bleibt für unsere Karte die Frage offen, ob die beiden Zungen der Niederschläge unter 1750 mm ineinander übergehen. Aus Mangel an Stationswerten gerade in diesem Zwischenraum kann diese Frage nicht mit Hilfe von statistischem Material geklärt werden. Aus einer Beschreibung der Klimate Amazoniens von DE CASTRO SOARES (18) muß aber angenommen werden, daß unsere Linienführung der 1750 mm-Isohyete hier zu Recht besteht. Er bezeichnet unser ausgespartes Mittelstück zwischen den beiden 1750 mm-Isohyeten als niederschlagsreicher.

BAUER (8) zieht in Südamerika einen Niederschlagsäquator, der nicht mit dem thermischen zusammenfällt. Der Verlauf dieser Linie kann an Hand unserer Karte verfolgt werden: Sie betritt das Tiefland am oberen Pastazza südlich von Canelos, verläuft dann über die Mündung des Rio Branco in gerader Richtung zur Ostspitze der Insel Marajo. Nach unserer Karte der Jahresisohyeten weicht sie allerdings an der Rio Branco Mündung weiter nach Süden aus als bei BAUER, läuft durch Manicoré und Alto Tapajóz und gelangt in einem scharfen Bogen wieder zur Insel Marajo. Der Niederschlagsäquator liegt im Gegensatz zum thermischen auf der Südhemisphäre. Unsere Linienführung wird durch FLOHN in seiner Untersuchung über den meteorologischen Äquator in der unteren Tropopause bestätigt, dieser verläuft in Südamerika nach FLOHNs Berechnungen (42; 43; S.24) bei 5°S. Wir können also TREUMER (107), der den Hydrometeorologischen Äquator nördlich vom mittleren Amazonas zieht, nicht folgen.

Vergleichen wir die von KOEGEL (105, S.18 f.) aufgestellten Tabellen über die Niederschlagswerte mit den 28-jährigen Mitteln (16), so stellen wir fest, daß bei ihm für Belém 200 mm Jahresniederschlag gegenüber dem 25-jährigen Mittel fehlen. Die von SIEVERS (177, S.154) angegebene Menge liegt mit 1900 mm sogar um 700 mm zu niedrig und verfälscht das Bild. Für Manaos gibt SIEVERS dagegen mit 2200 mm eine um 150 mm zu hoch gegriffene Menge an, während KOEGEL hier den Niederschlag zu niedrig ansetzt. Auch die Vegetation entspricht in diesem Gebiet von Manaos nicht derjenigen bei einem Niederschlag von 1600 mm. Hier kommt VOSS (202) mit einer Angabe von 2063 mm dem 25-jährigen Mittel von 2127 mm näher. Der Wert für Óbidos mußte dagegen bei KOEGEL von 1552 mm auf 1680 mm Jahresniederschlag erhöht werden,

um den neueren 25-jährigen Daten gerecht zu werden.

Vergleicht man alle Werte miteinander, so stellt man fest, daß die Angaben KOEGELs etwas zu niedrig liegen, im Vergleich mit den umliegenden Stationen deckt sich seine Abstufung aber mit der unsrigen. Die Differenzen in den einzelnen Angaben beruhen zum Teil auf Messungen an verschiedenen Gerätestandorten, worau LE COINTE (23) besonders für Belém hinweist.

Zum anderen Teil haben diese sehr zerstreuten und großen Abweichungen KOEGELs von unseren Werten aber eine einfache Erklärung KOEGEL standen zu seiner Zeit noch nicht die Werte einer so lan gen Zeitspanne zur Verfügung wie uns. Zudem ist es keineswegs so, daß man jedes Jahr etwa mit der gleichen von uns im Mittel gefundenen Niederschlagsmenge zu rechnen hat. Wegen dieser Schwankungen gibt deshalb die mittlere Niederschlagsmenge nur u genau die voraussichtliche Regenmenge des laufenden Jahres an, ganz im Gegensatz zu den Mittelwerten der Temperaturen, die die Temperaturverhältnisse eines jeweiligen Jahres recht deutlich anzeigen.

Infolge der unterschiedlichen jährlichen Verlagerung der Innertropik-Konvergenz (=ITC), worauf weiter unten näher eingegangen werden soll, schwanken die Niederschlagsmengen in den einzelnen Orten beträchtlich. So weist auch ZIMMERSCHIED (215, S.159) dar auf hin, daß das charakteristische Merkmal der tropischen Niederschlagsverteilung die große Schwankung von Jahr zu Jahr ist. In den angrenzenden Gebieten Amazoniens, wie in Ceara, führt diese Verschiebung und das Ausbleiben der Niederschläge zu großen Dürren und Hungersnöten (27). In Amazonien wirkt sich die Verschiebung der ITC nicht so katastrophal aus, da besonders Westamazonien im Kerngebiet der ITC liegt und deshalb Regen zu allen Jahreszeiten empfängt.

Einen Überblick der schwankenden Regenmengen in den einzelnen Jahren, auf die auch SCHURZ (165, S.81) hinweist, möge folgende Tabelle der Differenzen der Jahresniederschläge von den gemittelten Jahresmengen geben:

	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	Mittel	Quelle
(51) Belém	-46	+437	+85	+101	-430	+242	+412	2686	16
(40) Manaos	+536	+487	+290	-282	-414	+381	+483	2063	16
(71) S.Madureira	-34	-574	+253	-63	+173	+125	-97	2137	16
	1945	1946	1947	1948	1950	1953	1954		
(95) Cobija	-233	+63	+80	+192	-217	+332	-399	1723	123;124
(99) Trinidad	+31	-293	-319	+344	+240	-207	+6	1667	123;124

Diese kurze Zusammenstellung zeigt, daß man in Amazonien nicht von den Niederschlagsmengen des einen Ortes auf die des anderen schließen kann: denn während z.B. Senna Madureira 1928 einen Niederschlag um 34 mm unter dem Mittel verzeichnet, liegt er in Manaos im gleichen Jahr 536 mm darüber, in Belém wieder 46 mm darunter. Dies ist keineswegs eine Ausnahme, sondern es lassen sich beliebig viele Beispiele anführen. Für Bolivien gilt dasselbe. Die mittlere Jahresschwankung der Niederschlagsmenge beträgt, um einige Orte zu nennen, für Senna Madureira 19,3 %, Manaos 15,9 %, Belém 9,9 %. Die niedrigste Schwankung für den brasilianischen Teil Amazoniens wird für Humaitá mit 7,8 %, die höchste für Salinópolis mit 33,8 % angegeben (?). In Salinópolis macht sich schon die nahe Lage zu Ceara bemerkbar. Es hat ausgeprägtere Trockenzeiten. Um das wahre Mittel des Niederschlages zu erhalten, bedarf es einer langen Meßperiode: für die Ermittlung der Temperaturen genügen kürzere Reihen.

Diese unregelmäßigen Schwankungen der Regenmengen treten auch im Süden Amazoniens auf und verstärken sich besonders im Gebiet des Gran Chaco (88, S.94). Sie hängen mit den Verlagerungen der Äquatorialen Luftmassen zusammen, die in Amazonien den Regen bringen, die sich aber keineswegs gleichmäßig nach Süden verlagern, sondern an gewissen Stellen, die von Jahr zu Jahr wechseln können, weiter vorstoßen bzw. zurückbleiben. QUELLEs Vermutung (137) hat sich bestätigt, daß die Dürren, d.h. die exzeptionellen Schwankungen der Niederschlagsmengen, auf größere Verschiebungen der südhemisphärischen Luftmassen zurückzuführen sind.

Zusammenfassend können wir fünf Gebiete mit verschiedenen Niederschlagsmengen in Amazonien feststellen:

1) Das niederschlagsreiche Küstengebiet;

2) die Trockenzone, die sich von den Llanos über Óbidos nach Ceara erstreckt. Sie findet auch in der Vegetationskarte ihren Ausdruck, die hier viele eingestreute Cempos aufweist, und zwar überall dort, wo das Grundwasser keinen edaphischen Regenwald erlaubt.
3) Das große Niederschlagsgebiet mit über 2000 mm Jahresniederschlag im Westen Amazoniens, das
4) im Norden des Landes von den trockenen Llanos, die zwischen 70 und 75°W in einem Keil fast bis 3°N reichen und
5) im Süden von dem ebenso trockenen Einzugsgebiet des Rio Beni-Mamoré begrenzt wird.

Die Karte der Jahresisohyeten für Amazonien kann nur einen groben Überblick der mittleren Jahresniederschläge geben, denn die Stationsdichte ist für Amazonien immer noch zu gering, um den Verlauf der Isohyeten mit Sicherheit feststellen zu können.

Angaben über die Anzahl der Niederschlagstage fehlen in der Amazonasliteratur. Nicht einmal der Atlas Climatologico do Brasil (169) bringt eine einschlägige Karte. Unsere Absicht, eine derartige Karte zu entwerfen, mußte wegen der nicht genügend zur Verfügung stehenden Stationswerte fallen gelassen werden. Hinweisen von KÖPPEN (107, S.82 f.) und LAUER (111, S.65), daß in der Tropenzone die Linien für die Größe der Bewölkung, Zahl der Tage mit Niederschlag und die Niederschlagsmenge in der jährlichen Periode fast parallel gehen, sind wir nachgegangen und möchten mit einigen Diagrammen (Abb.6) über Niederschlagstage und Niederschlagsmenge diesen parallelen Gang bestätigen.

Von den dargestellten Diagrammen zeigen die von Manaos, Sao Bento und Trinidad einen parallelen Verlauf beider Kurven. Nur in Belém weicht die Kurve der Anzahl der Niederschlagstage von jener der Niederschlagsmenge in manchen Monaten etwas ab. Dies kann aber aus der kurzen Beobachtungszeit herrühren, die wir von GOELDI (51) übernommen haben. Dennoch zeigt sich auch hier die starke Abhängigkeit der Niederschlagsmenge von den Niederschlagstagen.

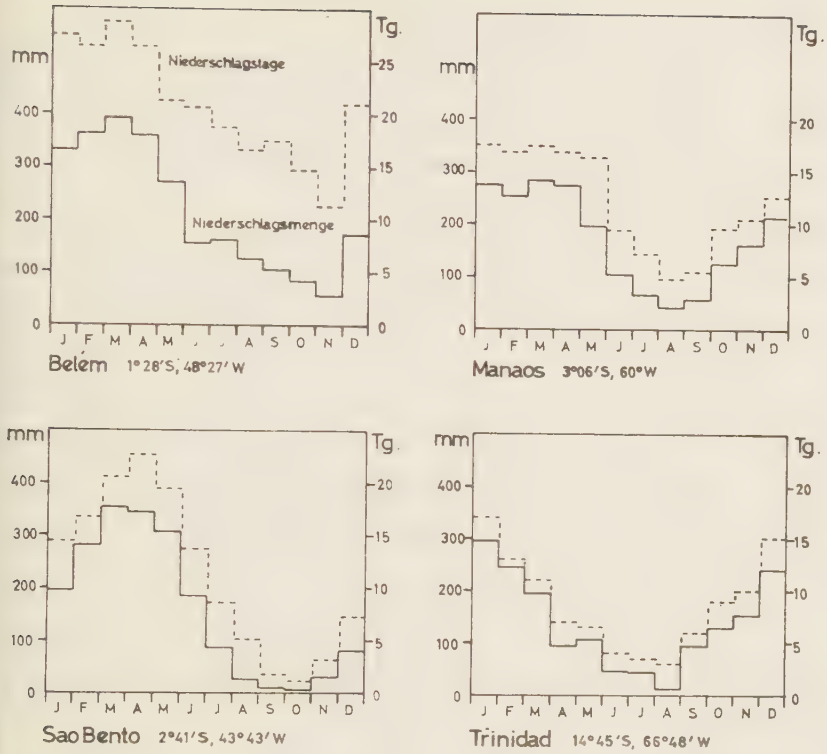


Abb. 6

Eine Betrachtung der Art des Niederschlags erklärt diese Beobachtung. Landregen sind in Amazonien selten (107, S.206). Der meiste Regen fällt in Schauern oder bei Gewittern von ungefähr gleichbleibender Intensität.

4. Die Wind- und Zirkulationsverhältnisse

Der größte Teil Amazoniens liegt im Einflußbereich des Passats. Er ist seiner Herkunft nach ein trockener Wind. Nur wenn er du Gebirge zum Aufsteigen gezwungen wird, gibt er dort Feuchtigke als Steigungsregen ab. Westamazonien liegt ständig im Bereich der Kalmenzone mit ihren Steigungsregen.

So kann man in Amazonien zwei Gebiete mit verschiedenen atmosphärischen Zirkulationsverhältnissen herausstellen: Die Kalme zone und das Gebiet des Passateinflusses. Der Bereich der stän digen Kalmen fällt im westlichen Amazonien im wesentlichen mit dem der hohen Niederschläge (über 2000 mm) zusammen. Der östli davon liegende Teil Amazoniens ist den Passaten im Jahr zeitwe se ausgesetzt. Dieser Passatgürtel wandert im Laufe des Jahres ebenso wie der Kalmengürtel, so daß sich ihr Einfluß in Amazonien je nach Sonnenstand ablöst. Beim Sonnenhöchststand steht der Witterungsablauf unter dem Einfluß der Kalmen, im anderen Fall unter dem des Passats.

Vergleicht man auf der Tabelle (Seite 39) die im Jahresgang vo herrschenden Winde und die monatlichen Niederschläge, so kann eine Abhängigkeit der Niederschlagshöhe von der vorherrschenden Windrichtung festgestellt werden.

Bis Manaos macht der Ostwind seinen Einfluß geltend. Dabei tri in Belém und wohl auch bei den anderen Küstenorten von 10^{00} Uhr bis nachmittags eine Seebrise auf, die erfrischend wirkt und die drückende Schwüle mildert (20).

Der Ostwind kann im Amazonastal infolge der flachen Ufer weit den Kontinent dringen (22; 152). Wenn er weht, freut sich die Bevölkerung, da er die Luft, besonders bis Obidos, rein hält. die Nebentäler dringt der Ostwind jedoch nicht mehr ein, ihr L kalklima gilt deshalb als ungesünder gegenüber dem des Hauptta les (5, S.241).

Die Abhängigkeit der Niederschlagshöhe von der vorherrschenden Windrichtung

	Ja.	Fe.	Mä.	Ap.	Ma.	Jn.	Jl.	Au.	Se.	Ok.	No.	De.	Jahr
(51) Belém (120):													
Winde:	C	NO,C	C	NO	O	O	O	O	O	NO	NO	NO	O,NO
Niederschl.:	323	358	324	272	210	174	121	131	94	51	10	112	2182
(40) (Manaos (120):													
Winde:	O,N	O,N	O,N	O,N	O,S	O,S	O,S	O,S	O,S	O,S	O,S	O,N	O,S,N
Niederschl.:	277	254	281	277	198	102	65	41	59	125	162	213	2063
(103) Porto Nacional (120):													
Winde:	C	C	C	C	C	O,C	O,C	O,C	C,O	C,NO	C	C	C,O
Niederschl.:	294	297	286	154	41	0	3	10	35	144	242	283	1795
(92) Cobija (123):													
Winde:	N	NW	NW	S	S	S	S	S	NW	NW	NW	NW	NW,S
Niederschl.:	226	243	232	132	90	27	24	16	100	143	236	248	1723
(99) Trinidad (123):													
Winde:	NW	NW	NW	NW	NW	SO	SO	SO	NW	NW	NW	NW	NW
Niederschl.:	295	244	195	95	105	47	45	13	95	130	156	241	1667

Wie sehr diese Winde aber auch den Regengang beeinflussen, zeigt besonders die Tabelle bei Porto Nacional. Solange die Kalmen vorherrschen, fällt reichlich Regen. Er läßt aber sofort mit dem Auftreten des Ostwindes von Juli bis September merklich nach.

Im westlichen Amazonien, in der ständigen Kalmenzone, z.B. in Uaupés, herrschen das ganze Jahr hindurch wechselnde Winde. Zeitlich überwiegen aber die Windstillen. An zweiter Stelle treten hier die Nordwinde. Südlich von dieser Zone, z.B. in Cobija und Trinidad, werden in den Monaten der stärksten Niederschläge vorwiegend NW-Winde verzeichnet, Winde, die aus dem feuchten Gebiet Amazoniens kommen, während in der trockenen Periode vorwiegend Winde aus den niederschlagsärmeren Bereichen im SO beobachtet werden (197). Auch im angrenzenden Mato Grosso herrschen die gleichen Windverhältnisse (201, S.345).

Orkane treten in Amazonien nur sehr selten auf. LE COINTE (22, S.203) berichtet von Kahlflächen, die durch Windhosen verursacht sein können. Plötzliche Windstöße kommen höchstens in Verbindung mit Gewittern vor (51, S.355). Eine Erklärung hierfür finden wir in der Corioliskraft, die mit dem Sinus der geographischen Breite wächst. Da am Äquator die geographische Breite gleich Null ist, muß auch die Corioliskraft gleich Null sein. Treten Luftdruckunterschiede auf, so werden sie auf direktem Wege vom Hoch zum Tief ausgeglichen. Deshalb können stürmische Winde nur von kurzer Dauer sein. Wirbelwinde gibt es in Amazonien aus dem gleichen Grunde nicht. Die Corioliskraft kann sich erst ab 4^{o} Nord oder Süd durch Ablenkung der aus dem Hoch ausströmenden Winde bemerkbar machen (45).

Dieser im großen und ganzen gleichmäßige Witterungsablauf wird durch gelegentliche winterliche Kaltlufteinbrüche unterbrochen. Die kühlen Winde werden Friagem genannt. Sie treten beim Tiefstand der Sonne von Mai bis September auf, also während der Trockenzeit, und wehen immer aus Süden. Der Friagem hält gewöhnlich 3-4 Tage an und führt zu einem Temperatursturz bis zu 14^{o}C, so daß es manchmal sogar zu einem großen Fischsterben in den Flüssen kommt (5, S.311). Die Friagem schadet der Ernte und wird von den Menschen, die solche niederen Temperaturen nicht gewöhnt sind, als äußerst unangenehm empfunden. Erkältungs-

krankheiten sind eine häufige Folge (18).

Durch diesen großen Temperatursturz übersättigt sich die Luft mit Feuchtigkeit. Der Lufteinbruch führt deshalb zu ausgedehnten Nebelbildungen und zu Niederschlägen. Der Friagem tritt immer nach ruhigen und sehr heißen Tagen auf. Das Barometer sinkt dann um 5-6 mm (22).

Der Friagem weht im Westen des Landes in den Tälern der Nebenflüsse Juruá, Purus und Madeira (22), ja sogar nördlich des Amazonas und wird in Tefé noch deutlich gespürt (5). Im Osten ist die Kaltluft noch in Manaos und Óbidos festgestellt worden (22, S.190; 131). Auch die von LE COINTE (22) beschriebenen frischen Winde in den Tälern des Rio Tapajoz und Xingu sind nicht ursächlich Fallwinde von den Hochflächen des Mato Grosso, sondern stehen mit den beschriebenen Kaltlufteinbrüchen in Verbindung, was aus den Ausführungen REGULAs (140) zu schließen ist (u.170).

Auch aus der Karte der wahren Juli- und Januar-Temperaturen erkennen wir, daß der Südwesten Amazoniens im Winter durch den Einfluß des Friagems kühler ist, als im Sommer. Dasselbe sieht man auch in dem von TREWARTHA (188) gegebenen Temperaturdiagramm von Manaos in den Tagen vom 15. - 20. und am 25. 6.

Das Auftreten dieser Kaltlufteinbrüche aus dem Süden führte zu vielen Deutungen, die aber meist nicht befriedigend sind. Am zutreffendsten scheint uns die Erklärung zu sein, die MONHEIM (126, S.31 ff.) auf Grund der FLOHN'schen Luftmassentheorie (45) gegeben hat.

Es bildet sich über ausgedehnten Hochgebirgen ein Höhenhoch, das auf seiner Ostseite von einer quasistationären Tiefdruckrinne, dem Höhentrog, begleitet wird. Dieser Höhentrog ist eine bevorzugte Leitlinie für große Kaltluftvorstöße in niedere Breiten. Die eingebrochenen, kalten, polar-maritimen Luftmassen strömen im südlichen Teil Südamerikas über die Anden und gelangen dann mit nördlicher Zugrichtung bis ins Amazonasbecken, da sich ihnen kein Gebirgszug als Hindernis entgegenstellt. Bei ihrem Vordringen gegen den Äquator zwingen sie die Tropikluft zum Aufsteigen und rufen deshalb kräftige Niederschläge hervor. Diese polare Luftmasse kann natürlich nur beim Sonnentiefststand,

von Mai bis September, bis in diese niederen Breiten vordring
da sich zu dieser Zeit die Luftmassen nach Norden verlagern.
O'REILLY-STERNBERG (131) erlebte 1953 in Manaos einen Kaltluf
einbruch mit starkem Gewitter und Schauerregen, den er als Ei
bruch arktischer Luftmassen nachweisen konnte. SERRA (170) er-
klärt ebenfalls die Friagems als ausgedehnte Kaltluftvorstöße
in niederen Breiten.

SERRA (170) stellte fest, daß die polare Luftmasse auf ihrem W
zum Äquator gezwungen ist, zwischen den Hochdruckzellen des A
lantiks und des Pazifiks einzudringen. Dabei werden drei Bahn
bevorzugt. Allein die Kaltluftvorstöße auf der Bahn zwischen
Anden und dem Brasilianischen Massiv beeinflussen das Wetter
Amazoniens. Im Sommer erreichen die kalten Luftmassen das äqu
toriale Gebiet kaum, und wenn, dann nur noch in derart abgeän-
derter Form, daß sie sich nicht mehr auf die Temperatur auswi
ken. Der Friagem herrscht gewöhnlich von April bis Oktober. E
entsteht in der Inversion einer ausgedehnten Antizyklone aus
kalter Polarluft, deren Bahn praktisch den Äquator überschrei-
ten muß. Die Luftmassen fließen über Mato Grosso nach Amazoni
ein, wenden sich bei 15°S nach Nordwesten und dringen zum obe-
ren Amazonas vor. Sie reichen über den Äquator bis Kolumbien,
im Osten aber nicht ins Territorium Rio Branco und Pará hinei
weil die Serra do Roncador ein Hindernis für die Polare Luft-
masse bildet. Da im Westen ihre Zugbahn von den Anden begrenz
wird, breitet sich die Polare Luftmasse zwischen den Cordille-
ren und dem Roraima aus. Sie bildet eine lange stationäre Fro
von NW nach SO. Die kalte Luftmasse erreicht in Mato Grosso e
Mächtigkeit von 3000 m, während sie in Amazonien bis auf 500-
1000 m abnimmt.

In der vorfrontalen Zone wird die Äquatoriale Luftmasse verän-
dert. Es treten Nord- und Nordwestwinde im Innern Mato Grosso
und Amazoniens auf, wodurch die Temperaturen grundsätzlich ei
bis zwei Tage vor dem Einsetzen des Friagems ansteigen. Die r
lative Feuchte sinkt bis zu 38 % ab, der Druck vermindert sic
ebenfalls. Die kalte Masse schiebt sich unter die warme Äquat
riale und zwingt diese zum Aufsteigen. An der eigentlichen
Front bilden sich Cumulus- und Cumulonimbuswolken aus. Es ge-
wittert, regnet und stürmt. Die Regen sind aber seltener, wei

die Tropische Luftmasse im Winter sehr beständig ist. Mit Ankunft der Antizyklone steigt der Druck stark an, kühlere Winde wehen aus Süden. Am Himmel stehen am Anfang noch Stratus-, Stratocumulus- oder sogar Altostratuswolken. Der frontale Niederschlag hört auf, es setzt nun Nieselregen mit Nebelbildungen ein. Die relative Feuchte schwankt dann um 97 %. Darauf klart der Himmel ganz auf. Zu dieser Zeit werden die geringsten Temperaturen verzeichnet (Cuiaba; 1,4°; Senna Madureira 7,9°C). Nach ein bis zwei Tagen wird die Antizyklone abgebaut und die ursprüngliche Luftzirkulation stellt sich wieder ein, wobei nochmals Nebel auftreten können.

Insgesamt dauert ein Frilagem vier Tage. In Cuiaba werden im Durchschnitt 2,9 Kaltlufteinbrüche pro Jahr, in Senna Madureira 2,4 festgestellt. Sie können aber bis zu 5 Einbrüchen im Jahr ansteigen.

SERRA verfolgte einen Kaltlufteinbruch in Amazonien und stellte in den einzelnen Orten fest:
In Cuiaba kam der Wind beim ersten Frontdurchgang aus Süden. Auf Cirren und Altocumulus- folgten Nimbostratuswolken. Das Wetter war unbeständig, es regnete nicht. Wegen der kalten Masse schwankte die relative Feuchte zwischen 55-88 %. Eine zweite Front, die der ersten folgte, bewirkte ein Temperaturminimum von 6,8°C. Der Himmel blieb nach dem Durchgang der Front klar.
In Porto Velho wurde eine vorfrontale Erwärmung von 35°C gemessen. Der Frontdurchgang verursachte einen Temperaturabfall von 22 auf 17°C und eine Regenmenge von 29 mm. Es herrschten Südwinde. Beim 2. Durchgang konnte ein Minimum von 10,9° abgelesen werden, der Wind wehte nun aus Westen.
In Senna Madureira regnete es nicht. Die Winde kamen aus Süden, der Himmel war mit Altostratuswolken bedeckt. Beim Eintritt der Polaren Luft stiegt der Druck um 6 mm, die niedrigste Temperatur betrug 7,9°.
In Cruzeiro do Sul stellte man einen vorfrontalen Wind aus NW fest, der bei Ankunft der kalten Masse nach SO umsprang. Es regnete wenig (4 mm). Der Himmel blieb beim zweiten Frontdurchgang klar bei einer relativen Feuchte von 45 % um 14°°Uhr und einem Temperaturminimum von 6,4°C. Die Winde kamen aus SW.
In Alto Tapajóz war es beim Frontdurchgang trüb mit Stratus-

und Stratocumuluswolken am Himmel, danach klarte es auf. Das Temperaturminimum betrug 12,6°C.
In Manaos waren die Wirkungen des Friagems geringer. Der Wind wehte aus SO, die relative Feuchte war höher als gewöhnlich. Di Minima lagen bei 20,7°, die Maxima bei 27°, während sie sonst u 33°C schwanken.

So gut ausgebildet kann man den Friagem in Amazonien jedoch nicht immer erleben. Meistens gelangt nur noch die Front bis in Tiefland. So ist auch LE COINTEs oben angeführte Aufzeichnung z verstehen, der nur einen Druckabfall beim Friagemeinbruch feststellte.

Durch diese Ausführungen kommen wir zu FLOHNs Theorie (37-46) über die Luftzirkulation in den Tropen. FLOHN (45) geht vom dreidimensionalen Windfeld aus und setzt sich mit dem System von ALISSOW (1) auseinander, das nach der mittleren Häufigkeit der Luftmassen und Fronten aufgebaut ist. Beide kommen trotz des verschiedenen Ausgangs zum gleichen Ergebnis.

Man kann Amazonien in zwei Zonen einteilen: die innere Tropenzone mit den Äquatorialen Luftmassen und die äußere Tropenzone oder die Randtropen mit den Tropischen Luftmassen. Die innertropische Zone ist eine Westwindzone am Äquator. Über die Reichweite der innertropischen Westwindzone in Südamerika sind wir bisher erst unzulänglich unterrichtet. Die gemittelten Werte bieten wenig Deutungsanhalte, da sich die Zone der äquatorialen Westwinde schnell verlagert. Eine Reihe von Angaben der Literatur lassen jedoch mit Sicherheit darauf schließen, daß auch in Amazonien diese Westwindzone anzutreffen ist. So finden wir schon bei BATES (5, S.149) den Hinweis, daß plötzliche Winde aus Westen, zum Teil sogar Stürme, in den mittleren Teilen Amazoniens auftreten. Man bemerkt sie besonders stark beim Wechsel der Jahreszeiten. HANN (6) hat diese Westwinde in Verbindung mit Kalmen in Belém in der Regenzeit beschrieben. ZIMMERMANN (214, S. 25) beobachtete diese stoßartig auftretenden Winde auch in Óbidos ebenfalls während der Regenzeit. Sie sind dort bei den Schiffern sehr gefürchtet, da sie große Flutwellen verursachen. Auch SIEVERS (177) berichtet von dem "vento chima", dem Wind von oben, der kühl ist, von Westen weht, große Feuchtigkeit

mitbringt und besonders am oberen Amazonas vorherrscht.

Aus diesen Literaturhinweisen ist zu entnehmen, daß auch in Amazonien je nach Lage der ITC mit einem Westwindgürtel zu rechnen ist, der auch in Belém spürbar wird. Diese Westwindzone breitet sich zwischen den beiden Innertropikkonvergenzen aus, deren kleinere am Äquator liegt, die größere mit einer Phasenverschiebung dem Sonnenhöchststand folgt. Die Passate können nicht, wie man früher annahm (107), über den Äquator treten. Am Äquator werden sie spätestens von der ITC abgelöst (46).

Die schulmäßige Auffassung, daß eine Verschiebung der Luftmassen im ITC Gebiet allein an dem wechselnden Sonnenstand gebunden ist, bedarf heute der Ergänzung. Das schon im Kapitel II, 2 b besprochene Diagramm (Abb.5) zeigt, daß in Wirklichkeit ein viel häufigerer Wechsel zwischen den beiden in Amazonien herrschenden Luftmassen stattfindet. Es können neben den niederschlagsbringenden Äquatorialen Luftmassen durchaus auch Tropische Luftmassen für kurze Zeit in der Regenperiode wetterbestimmend sein. Darauf weisen viele Reisende hin (5, S.204; 309; 22, S.196; 51, S.354), indem sie auch in der Regenzeit von Tagen mit schönem Wetter berichten, so wie es umgekehrt in der Trockenzeit Tage mit Regen geben kann (5, S.33). Nur zeichnet sich die Regenzeit dann dadurch aus, daß diese Vorstöße der Tropischen Luftmassen nicht so ausgeprägt sind wie in der Trockenzeit, was ebenfalls aus dem Thermoisoplethen-Diagramm für NW-Amazonien (Abb.5) zu erkennen ist.

In der inneren Tropenzone ist der Jahresgang der Temperatur gleichmäßig, die Temperaturamplitude gering. Die konvektiven Niederschläge sind ebenso wie die relative Feuchtigkeit groß. Die Niederschläge fallen bei der Herrschaft der Äquatorialen Luftmassen gewöhnlich am Nachmittag in Form von Schauern und meist in Verbindung mit Gewittern. Gegen Morgen klart der Himmel auf (5, S.156; 8), während sich nachts infolge der hohen Luftfeuchtigkeit und eines geringen Abfalls der Temperatur Nebel bildet (1, S.123; 5, S.156). Es gibt fast keine Frontalregen in Amazonien, durch die Erwärmung der Erdoberfläche, die nicht gleichmäßig ist, heben sich einzelne Luftkörper ab und steigen auf, was zu Niederschlägen führt. Diese Zone fällt etwa

mit dem Bereich über 2000 mm Jahresniederschlag zusammen.

Die Zone der Randtropen schließt sich dem niederschlagsreicher Gebiet an. Im Sommer strömt in diesen Raum Äquatoriale Luft ei sie bewirkt Niederschläge. Im Winter herrschen dagegen die Tro pischen Luftmassen der Passate vor, die Trockenheit verursache

Im Laufe des Jahres verschieben sich diese Zonen. Die innere Tropenzone folgt aber nicht direkt dem Sonnenhöchststand, son- dern hinkt diesem etwa einen Monat nach (45).

Im Winter verlagert sich die innere Tropenzone nach Norden, so daß die Luftmassen der Randtropen nachrücken können. Dieser Ja resgang der Luftmassen bewirkt eine den einzelnen Massen ent- sprechende Einteilung des Jahres. So versteht man heute unter dem Wechsel von Regen- und Trockenzeit, der im nächsten Kapite zu behandeln ist, die Verlagerung der ITC-Region (40, S.155), der Äquatorialen Luftmassen. Wenn ihr Einfluß zeitweilig in ei nem Gebiet in Amazonien überwiegt, tritt dort eine Regenzeit auf.

III. Die Klimate

1. Die Jahreszeiten

Wir haben gesehen, daß in Amazonien eine Jahreseinteilung nach den Temperaturverhältnissen nicht vorgenommen werden kann, wie sie in den gemäßigten Breiten üblich ist. Für Amazonien bietet sich als ideale Einteilung des Jahres der Gang der Niederschläge an. Während die Temperatur nur einen wechselnden Tagesverlauf aufweist, im Jahresgang jedoch ohne merkliche Unterschiede bleibt, ist der Verlauf der Niederschläge schärfer getrennt. Man kann deshalb in unserem Untersuchungsgebiet zwei Jahreszeiten herausstellen, die Regen- und die Trockenzeit, wobei je nach Lage des Gebietes die eine oder die andere das Übergewicht gewinnt oder sich beide zweimal im Jahr wiederholen.

Der Beginn der Regenzeit ist keinen großen Schwankungen unterworfen, so daß man den Anfang dieser Jahreszeit auch mit Hilfe von kurzen Beobachtungsreihen bestimmen kann (159, S.264 f.).

Zur Abgrenzung der Jahreszeiten in Amazonien wollen wir die in Abb.7 zusammengefaßte Niederschlagsverteilung heranziehen. Bei der Einteilung der Monate mit reichlichem und geringerem Niederschlag haben wir für den Entwurf der oben angeführten Diagramme und der Karte die von R.SCHRÖDER (162, S.263 f.) angegebenen Grenzwerte benutzt. Danach wird ein Monat mit mehr als 9,2 % Anteil an der Jahresniederschlagsmenge zur Regenzeit, von 9,2 - 7,3 % zum Übergangsmonat und mit weniger als 7,3 % zur Trockenzeit gerechnet.

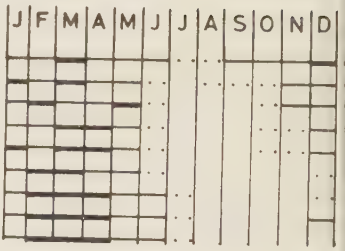
Die Niederschlagsverteilung wurde in dieser Form zum erstenmal von HETTNER (74) für die tropischen Länder dargestellt.

Das erste Diagramm zeigt die Jahreszeiten im West-Ost-Schnitt am Amazonas: Iquitos und Sao Paulo de Olivença haben nach dieser Darstellung keine ausgesprochene Trockenzeit, obwohl der Niederschlag in Sao Paulo schon in drei weiteren Monaten niedriger ist als in Iquitos und der Juli sogar unter 7,3 % Niederschlag hat. Diese Trockenzeit wird nach Osten immer ausgeprägter. Sie dauert in Tefé bereits drei Monate, von Juli bis September, und ändert sich bis Manaos nicht.

Die Niederschlagsverteilung in Amazonien

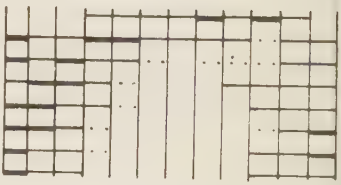
I. W - O Schnitt

Station		S	W
(31)	Iquitos	3°46′	73°11′
(33)	Sao Paulo d.O.	3°28′	68°57′
(37)	Tefé	3°22′	64°41′
(38)	Coari	4°07′	63°08′
(40)	Manaos	3°06′	60°
(44)	Obidos	1°50′	55°34′
(48)	Porto de Moz	1°54′	52°13′
(51)	Belém	1°28′	48°27′
(53)	Salinópolis	0°39′	47°23′



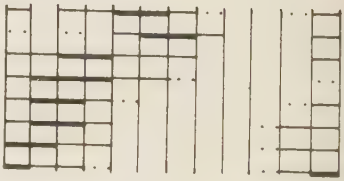
II. N - S Schnitt bei 68°W

(15)	Oroqué	4°48′N	71°20′
(34)	Taracuá	0°04′	68°14′
(33)	Sao Paulo d.O.	3°28′	68°57′
(69)	Sao Felipe	6°43′	69°57′
(71)	Senna Madureira	9°04′	68°40′
(92)	Cobija	11°01′	68°48′
(94)	Rurrenabaque	14°28′	67°27′
(99)	Trinidad	14°45′	64°48′



III. N - S Schnitt bei ca 50°W

(5)	Paramaribo	5°42′N	55°12′
(6)	Placer d.Jong	5°05′N	55°14′
(24)	Placer R'Awa	3°38′N	54°
(48)	Porto de Moz	1°54′	52°13′
(84)	Imperatriz	5°32′	47°27′
(82)	Carolina	7°19′	47°28′
(103)	P. Nacional	10°43′	48°25′
(104)	Parana	12°33′	47°47′



——— Niederschlagsreichster Monat

——— mehr als 9,2 % Anteil an der Jahresniederschlagsmenge (Regenzeit)

····· 9,2 - 7,3 % Anteil an der Jahresniederschlagsmenge (Übergangsmonat)

- - weniger als 7,3 % Anteil an der Jahresniederschlagsmenge (Trockenzeit)

Abb. 7

. Coari und Manaos lassen die Niederschläge im November nach,
.s in Tefé noch nicht festgestellt werden konnte. Coari und Ma-
.os haben also in drei Monaten von Juli bis September eine aus-
·sprochene Trockenzeit, während die Regenzeit von Dezember bis
.i anhält. Die restlichen Monate Juni, Oktober und November
nd Übergangsmonate mit 7,3 bis 9,2 % Niederschlag.

ausgeprägtesten finden wir in diesem Schnitt die Trockenzeit
. Óbidos, wo sie mehr als fünf Monate andauert, im Juni beginnt
:d bis November anhält. Dieser Ort hat nur fünf Monate mit ei-
:r ausgesprochenen Regenzeit, während das weiter östlich gele-
:ne Porto de Moz bereits wieder sechs Monate Regen hat und nur
.er Monate vollkommen trocken sind. Noch weiter westlich hat
:lém sogar sieben Monate Regen, aber auch vier Monate Trocken-
:it. An der Küste bei Salinópolis wirkt sich die Trockenheit
.t fünf Monaten (August bis Dezember) wieder stärker aus. Die
ingsten Trockenzeiten finden wir am Nord- und Südrand Amazo-
.ens. So hat Boa Vista am Rio Branco (2^{o}N) ein Verhältnis Re-
:n- Trockenzeit wie 4 : 8 und im Süden Trinidad (14^{o}S) von
: 7, Covendo (15^{o}S) 4 : 8.

.ne Übersicht über alle Stationen am Amazonas zeigt eine Zunah-
: der Trockenzeit bis Óbidos, ein leichtes Abnehmen bei Porto
: Moz und Belém und wieder eine gleich lang anhaltende Trocken-
:it in Salinópolis wie in Óbidos. Es läßt sich auch eine Ver-
:hiebung der Trockenzeit von West nach Ost erkennen. Während
.e in Tefé von Juli bis September auftritt, herrscht sie in Sa-
.nópolis von August bis Dezember.

.n doppeltes Regenmaximum können wir in Iquitos, Sao Paulo d.O.
id Tefé feststellen. Es verschiebt sich nach Osten hin von De-
:mber bzw. März auf Februar / Mai. Diese beiden Maxima fallen
. Coarí zu einer Regenzeit von März bis April zusammen. Ledig-
.ch in Manaos deutet sich noch einmal ein kleines Maximum im
.nuar an.

.s Hilfsmittel diente uns eine Karte der Jahreszeiten, in der
:n den Anden bis zum $62.^{o}$W ein Gebiet mit einer doppelten Re-
:nzeit ausgeschieden wurde. Von diesem Meridian bis östlich
:n Parintins finden wir eine Trockenzeit im Winter (Juli bis
:ptember) und dann bis zur Küste eine Trockenheit, die sich

zum Frühjahr hin (August bis November) verschoben hat.

Aus den beiden Nord-Süd-Schnitten, von denen wir einen im We den andern im Osten Amazoniens gelegt haben, sehen wir, daß Westabschnitt Oroqué eine nordhemisphärische Wintertrockenhe besitzt. Taracuá, das fast auf dem Äquator liegt, hat nur ei angedeutete Trockenzeit im Oktober. Südlich davon verschiebt die Trockenzeit allmählich vom südhemisphärischen Frühjahr a den Winter mit einer ausgesprochenen Trockenheit von Mai bis September in Trinidad.

Auch in diesem Schnitt ist sichtbar, daß in Sao Felipe (6°S) doppelte Regenzeit zu einer einfachen Regenzeit verschmilzt. haben im Westteil Amazoniens im Norden eine ausgeprägte Wint trockenheit, bis 6°S eine doppelte Regenzeit und südlich von Felipe bis zu den Grenzen Amazoniens wieder eine ausgesproch Trockenzeit im Winter, die nach Süden hin immer länger andau

Der Nord-Süd-Schnitt im Osten des Landes zeigt gegenüber dem Westens ein abweichendes Bild. In Guayana finden wir zwei Re und Trockenzeiten, die aber südlich von Placer de Jong nur n undeutlich feststellbar sind.

Südlich vom 3.°N, beginnend bei Placer R'Awa, fallen diese b den Regenzeiten zusammen. Es zeigt sich eine starke Trockenz von September bis November, die sich zum Süden hin auf Juli September verschiebt. Gleichzeitig mit der Verschiebung der Trockenzeit verlagert sich noch deutlicher die Regenzeit. Wi können bis Porto de Moz mit einer Trockenzeit im Frühjahr vo August bis November und einem Niederschlagsmaximum im März/A rechnen. Südlich dieses Ortes herrscht eine ausgesprochene W tertrockenheit von Mai bis September vor.

Mit dieser Darstellung kann das Ergebnis R.SCHRÖDERs (159), d er für Brasilien mit Hilfe des pluviometrischen Koeffizienten gefunden hat, bestätigt werden, daß sich die Trockenzeit in Nord-Süd-Richtung langsam vom Frühjahr auf den Winter verschi

Die Jahreszeiten werden zweckmäßig mit KÖPPENs (108) Abkürzun gen benannt. Im nächsten Kapitel ergänzen wir diese Signature nach der KÖPPENschen Klimaformel und erhalten dann die Karte der Klimate.

KÖPPEN hat für die doppelte Regenzeit und Trockenzeit das Zeichen w'', für das wintertrockene Gebiet w und für eine Verschiebung der Trockenzeit ins Frühjahr das Zeichen w'eingeführt. In Amazonien kann eigentlich nur eine doppelte Regenzeit festgestellt werden. Von zwei Trockenzeiten kann man hier nicht sprechen, da sich diese in dem immerfeuchten westlichen Teil Amazoniens nur durch ein minimales Nachlassen der Niederschläge bemerkbar machen. Diese Zone reicht im Westen bis an den Andenfuß heran, verläuft im Norden etwa von 4°N, schließt das Quellgebiet des Guaviare, den Casiquiare und den Rio Negro ein und läuft dann parallel zu ihm bis kurz hinter die Mündung des Rio Branco. Bei etwa 4°S schneidet sie den Amazonas und südlich von Carauary den Rio Juruá und geht dann fast parallel zum 5.°S bis zu den Anden.

RIMBACH (142, S.395 f.) berichtet, daß am oberen Uaupés der Wald lichter wird und allmählich Savannen auftreten. Dies ist ein Hinweis dafür, daß unsere Grenze nördlich von Uaupés zu suchen ist. Unsere Grenzziehung am Rio Negro wird durch KOCH-GRÜNBERGs (103, S.326) Angaben bestätigt, der für diesen Fluß in Höhe der Nebenflüsse Uaupés und Yapura Regen zu allen Jahreszeiten mit zwei Regenmaxima feststellte. MÄGDEFRAU teilte mit, daß am Casiquiare Regenwald wächst, dort also Regen in allen Jahreszeiten ausgiebig fällt. Auch VARESCHIs (200) und HUECKs (80) Aufzeichnungen ist diese Tatsache zu entnehmen.

EMMEL (34) unterteilt dieses Gebiet in eine Niederschlagszone mit Regen zu allen Jahreszeiten und in eine mit zwei Regenzeiten. Dagegen spricht neben unseren Beobachtungen auch eine Angabe RIMBACHs (142, S.361), der am oberen Amazonas westlich von Iquitos zwei Regenzeiten verzeichnet, also an einer Stelle, an der EMMEL Regen zu allen Jahreszeiten angibt. Eine Zweiteilung Westamazoniens im Sinne EMMELs ist offensichtlich nicht durchführbar. Somit bleiben nur die Möglichkeiten, entweder beide Gebiete zu einem mit zwei Regenzeiten zusammenzufassen oder den ganzen Raum als Gebiet mit Regen zu allen Jahreszeiten herauszustellen. In unserem Diagramm der Abb.26-28 sehen wir zwei Regenmaxima. Sie werden getrennt von Zeiten mit einer geringeren Niederschlagsmenge, einer Niederschlagsmenge, die zwar selten unter den Trockengrenzwert absinkt, aber dennoch gegenüber den

höchsten Niederschlägen derartig zurücksteht, daß die Bevölkerung in diesen Monaten direkt von Trockenheit spricht. Deshalb muß der ganze Raum als Gebiet mit zwei Regenzeiten betrachtet werden.

Ein zweites Gebiet mit doppelter Regenzeit liegt an der Atlantikküste. Es beginnt am Äquator, zieht sich an der Küste nach Norden weiter und reicht nach Westen bis an die Höhen des Berglandes von Guayana. Auch am Rio Mamoré deutet sich durch ein Nachlassen der Niederschläge in einem Monat eine kurze Trockenzeit an, die ein Monat vor Beginn der großen Trockenheit liegt. Da in diesen Gebieten die große Trockenzeit den Ausschlag gibt und die kleinere nicht ins Gewicht fällt, ist sie auf der Klimakarte durch eine waagerechte Schraffur angegeben, wobei die darunterliegende flächenhafte Markierung den Haupttypus angibt. Diese Grenzen der Jahreszeiten sind natürlich fließend anzunehmen, können aber sicher nach dem Ausbau des Stationsnetzes noch genauer festgelegt werden.

Das Gebiet mit einer Trockenzeit im Frühjahr wird von dem verbleibenden wintertrockenen Teil durch folgende Linie abgegrenzt. Der Kamm des Guayana Berglandes scheidet das mit einer Trockenzeit im Winter von dem mit einer Trockenzeit im Frühjahr. Die Linie verläuft etwa parallel zur Küste und schneidet den Amazonas östlich von Porto de Moz. Der Raum zwischen Porto de Moz und Manaos am Amazonas und den Unterläufen seiner Nebenflüsse hat ein Übergangsklima. Damit werden KATZERs (91, S.284) Ausführungen verständlich, der von einer Trockenzeit am unteren Tapajóz berichtet. Sie dauert von Juli-Dezember, setzt jedoch oberhalb der Fälle schon im Mai ein und hält bis Oktober an. Der Oberlauf des Tapajóz gehört also zum w - Klima, der Unterlauf zum Übergangsklima von w zu w', das wir zum w - Klima mit einbezogen haben. Die gleichen Verhältnisse treffen für das Gebiet des Xingu zu (21).

Fassen wir noch einmal kurz zusammen: In Amazonien finden wir im Westen des Landes eine doppelte Regenzeit vor und an der Küste eine Trockenheit im Frühjahr. Der übrige Teil ist im Winter trocken.

2. Die Klimaformeln

Am einfachsten faßt SAPPER (148, S.19) den Begriff der Tieflandstropen. Er versteht darunter Gebiete, die dauernd frostfrei sind, und das trifft für Gesamtamazonien zu (149).

W. KÖPPEN (107, S.145) definiert das Klima der Tropen folgendermaßen: "Ununterbrochene Wärme, Mitteltemperatur des kältesten Monats über 18°C, mindestens ein Monat mit reichlichem Regen und eine jährliche Regenmenge von etwa 2/3 Meter und darüber; keine Kälteruhe im Pflanzenleben, aber im Klima Aw periodische Trokkenruhe."

MAULL kennzeichnet das Klima der inneren Tropen wie folgt (177, S.352): "Unter den inneren Tropen wird man das Gebiet zu verstehen haben, in dem die allgemeinen Forderungen der Tropen am gleichmäßigsten und typischsten entwickelt sind: hohe Wärme über 25° oder wenigstens nahezu 25° (über 24,5°) bei geringer Jahresschwankung (nicht über 3,5°) und, wenn auch nicht an allen Stellen, so doch ein durchschnittlich hoher Niederschlag im Sinne der Bedingungen KÖPPENs 2/3 m, doch meist mehr." Hier ist eine andere Definition der inneren Tropen gegeben als sie FLOHN (46) verwendet, der unter ihnen das ständig feuchte Af-Klima versteht. Wenn in dieser Arbeit der Ausdruck "Innere Tropen" benutzt wird, so ist damit die MAULl'sche Definition gemeint. Nur im Kapitel II,4 verwenden wir diesen Ausdruck im Sinne FLOHNs.

Im Süden, in Bolivien, reicht Amazonien an die Grenze der inneren Tropen heran; denn Belém hat eine mittlere Jahrestemperatur von 25,7°C, eine Amplitude von 1,7°C; Manaos 27,2°, 1,8°; Guayaramerin 26,6°, 3,8°; Riberalta 26,5°, 3,3°; Trinidad 26,5°, 4,4°; Santa Ana 26,8°, 4,1°.

Würden wir MAULLs Kriterien zur Abgrenzung der inneren Tropen heranziehen, so dürfte nach den obigen Daten Senna Madureira nicht mehr in diese Zone fallen, da seine Mitteltemperatur mit 23,8° unter der von MAULL mit 24,5°C angegebenen Grenze liegt. Senna Madureira ist aber, wie auch MAULL ausführt, noch eine Station, deren Klimacharakter in die inneren Tropen paßt, da seine Amplitude nur 2,7°C beträgt. MAULLs Grenzwert ist zu hoch

angesetzt und müßte, damit er allen Ansprüchen gerecht wird, u mindestens 1°C verringert werden.

Behalten wir MAULLs Amplitudengrenzwert mit 3,5°C bei, so fäll noch Riberalta in die innere Tropenzone, Guayaramerin mit eine Temperaturschwankung von 3,8°C jedoch nicht mehr. Ebenfalls we sen alle Stationen südlich von Riberalta eine größere Amplitud als 3,5°C auf. Die Grenze der inneren Tropenzone müßte demnach in Bolivien noch weiter nördlich gezogen werden, als MAULL es getan hat. Alto Araguaya (17°S) liegt schon in den Randtropen (kein Monat über 23,1°, Amplitude 6,2° bei einem fünfjährigen Mittel). Da R. Araguaya eine Jahrestemperatur von 24,6°C hat, verläuft die Grenze südlich von Cuyaba zwischen Alto und Regi— stro de Araguaya, nördlich von Pyrenópolis und Formosa nach Ce ara hinein.

Zur Bestimmung des Tropenklimas müssen mehrere Kriterien ausge wertet werden, um den Begriff zu fassen. Ein tropisches Klima haben diejenigen Tiefländer, deren Jahrestemperatur über 18,3° (213, S.86) liegt, deren Jahresamplitude 3,5°C (117) nicht übe steigt und bei denen die Thermoisoplethen einen zur Abszisse pa- rallelen Verlauf aufweisen (195). Ferner muß das Gebiet ständi, frostfrei sein (148, S.19).

Amazonien liegt in den Tropen, für die KÖPPEN das Zeichen " A gewählt hat. Für das A-Klima - "das tropische Regenwaldklima" fordert KÖPPEN, daß kein Monat eine Temperatur unter 18°C hat. Diese Forderung ist für alle Orte Amazoniens erfüllt.

Die A-Klimate werden auf Grund ihres jährlichen und ihres ge- ringsten monatlichen Niederschlags in die Af-, Am- und Aw-Kli- mate eingeteilt.

Das Af-Klima ist das ständig feuchte tropische Regenwaldklima. In diesem Bereich weist kein Monat im Jahreslauf einen Nieder- schlag unter 60 mm auf. Das Am-Klima bildet bei KÖPPEN die Mit- telform zwischen Af- und Aw-Klima. In ihm gedeiht noch Regenwal trotz einer Trockenzeit. Diesen Klimatyp bezeichnet KÖPPEN (107, S.151) auch als das Monsunklima. FLOHN (40, S.154) hat je doch nachgewiesen, daß das Monsunklima in den tropischen Län- dern kein eigenständiger Klimatyp ist, sondern durch eine Ver-

chiebung der Äquatorialen Luftmassen bedingt ist. Die von KÖPPEN uerst geprägte Bezeichnung für das Am-Klima, die "Mittelform", oll deshalb beibehalten werden; denn sie gibt den wahren Cha- akter dieses Klimas wieder, das ein Übergangsklima vom immer- euchten Af- zum ausgeprägt wintertrockenen Aw-Klima ist.

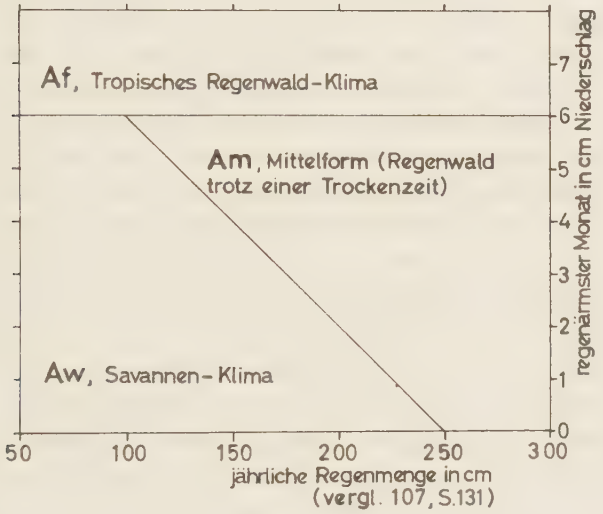


Abb. 8

m Gebiet des Aw-Klimas kann kein Regenwald mehr gedeihen. Es reten in diesem Klimatyp nur Galeriewälder an den Flüssen auf, ür deren Wuchs aber Grundwasser Voraussetzung ist.

as Am-Klima scheidet man vom Aw-Klima mittels des von KÖPPEN 107) gegebenen Diagramms (Abb.8), wonach alle Orte unter 1000 m Jahresniederschlag zum Aw-, alle über 2500 mm zum Am-Klima u rechnen sind, sofern der Monat mit dem geringsten Nieder- chlag weniger als 60 mm aufweist. Gebiete mit einer Nieder- chlagsmenge, die zwischen 1000 und 2500 mm liegt, teilt man em Am- oder Aw-Klima zu auf Grund einer Geraden, die im darge- tellten Diagramm von dem Punkt mit 0 mm Niederschlag des re-

genärmsten Monats und 2500 mm Jahresniederschlag zu dem Punkt m 60 mm Niederschlag des regenärmsten Monats und einer Jahressumm von 1000 mm Regen verläuft. Liegen die Stationsmessungen im ob gen Diagramm rechts dieser Geraden, so hat der betroffene Ort ein Am-Klima, liegen sie dagegen links der Linie, so hat die Station ein Aw-Klima.

Diese gefundenen Formeln werden mit den im vorigen Kapitel her ausgestellten Jahreszeitensymbolen w'', w und w' kombiniert. Zu Vervollständigung der Klimaformel fehlt nur noch die Angabe übe die Jahresschwankung der Temperatur. So erhalten alle Orte, de ren Jahresamplitude nicht größer als 5°C ist, die Bezeichnung isotherm, " i " . Bei Betrachtung der Temperaturkurven (Kap.II 3) stellt man fest, daß die höchsten durchschnittlichen Monats temperaturen kurz vor dem Einsetzen der Regenzeit aufgezeichne werden. Wir haben es im Aw-Klimagebiet mit einem Temperaturgang zu tun, den KÖPPEN Gangesklima nennt und durch " g " symboli- siert. Da aber nur dieser Typ in Amazonien auftritt, wird dies Bezeichnung fortgelassen, um ein besseres Lesen der Formeln zu ermöglichen.

Das Af-Klima fällt in Westamazonien mit dem Raum, in dem zwei Regenzeiten auftreten, fast vollkommen zusammen. Nur einige Kleine Übergriffe des einen oder des anderen werden festgestell

Die zweite Trockenzeit liegt meist im zweiten Monat vor Einset zen der Haupttrockenzeit. Für Westamazonien gilt die Klimafor- mel Afw''i. Das Gebiet ist ständig feucht, wobei kein Monat we niger als 60 mm Niederschlag aufweist. Die Temperatur bleibt da ganze Jahr hindurch fast gleich hoch, und die Differenz der Temperaturen der Extremmonate liegt unter 5°C. Die Grenzen die ser Zone sind bereits im vorhergehenden Kapitel erörtert worde (siehe Seite 51).

Belém hat ebenfalls ein immerfeuchtes Af-Klima, da in keinem Monat weniger als 60 mm Niederschlag fallen. Man findet es je doch nur in der näheren Umgebung der Stadt. Es stellt somit ei ne Ausnahme dar (18, S.37). Belém besitzt aber nur eine Regen- und eine Trockenzeit, wobei letztere zum Frühjahr hin versch ben ist (siehe Abb.25). Es müßte streng genommen die Klimafor- mel Afw'i gelten, d.h. es herrscht ein immerfeuchtes Regenwald-

klima mit einer angedeuteten Trockenzeit im Frühjahr und einer Temperaturamplitude, die unter 5°C (in diesem Fall sogar nur bei 1,7°C) liegt. Da sich diese Formel nur auf Belém beschränkt und der Gang des Niederschlags mit dem der Umgebung übereinstimmt, wird dieser Bereich nicht besonders herausgestellt. Es könnte sich vielleicht hier um eine Auswirkung des Stadtklimas handeln, denn auffallend sind der besonders gleichmäßige Temperaturgang im Jahr und die Niederschlagserhöhung, die in anderen Klimazonen für das Stadtklima typisch sind (109; 168).

Im Am-Klima-Gebiet finden wir eine kurze Trockenzeit, die durch den überschüssigen Niederschlag der restlichen Monate und durch die starke Taubildung in der Trockenperiode nicht zur vollen Auswirkung kommt (162, S.136). Das Übergangsklima von dem Af- zu dem Aw-Klima umschließt natürlich das Af-Klimagebiet. Es ist der Bereich der Passatwälder. In ihm wächst noch Wald, jedoch nehmen die laubabwerfenden Bäume zu, je mehr man sich der Am/Aw-Grenze nähert (80).

Die Grenzen sind nördlich des westamazonischen Klimagebietes nur hypothetisch gezogen. Eine genauere Abgrenzung wird erst dann möglich sein, wenn es ein dichteres Stationsnetz in diesem Raum gibt. Es ist aber anzunehmen, daß sich auch hier ein Streifen befindet, in dem der Am-Klimatyp vorherrscht. Er wird nicht so breit und umfassend sein wie der südliche. Diesen schnellen Übergang vom Aw- zum Af-Klima am Guaviare kann man aus SCHMIDTs (154) Niederschlagsbeschreibung für Kolumbien und aus KOCH-GRÜNBERGs (102, S.6) Schilderung vom Rio Branco entnehmen. Letzterer führt u.a. aus: "Während der Rio Negro in seinem Oberlauf keine ausgesprochene Trockenzeit hat, sondern das ganze Jahr hindurch einen beständigen Wechsel von Regen und Sonnenschein, hat der Rio Branco eine scharfe Scheidung zwischen Regen- und Trockenzeit". MÄGDEFRAU (115, S.58) rechnet die Wälder am Orinoko zu den Passatwäldern, da in der Trockenzeit ein großer Teil der Bäume kahl steht, unsere Grenze findet in diesem Gebiet durch seine Ausführungen eine Bestätigung.

Manaos ist die erste faßbare Station am Mittellauf des Amazonas, die einen Am-Charakter trägt. Am Amazonas dehnt sich diese Am-Zone bis westlich von Óbidos aus. Sie reicht bis an den Xingu

heran und schließt das Einzugsgebiet sämtlicher Amazonasnebenflüsse im Südwesten bis auf das des Oberlaufs des Tapajóz und Rio Beni-Mamoré ein. Rurrenabaque und Covendo sind als Grenzstationen des Am- zum Aw-Klima aufzufassen. Von diesem Am-Raum ist das Gebiet zwischen Guayana-Bergland und dem Atlantik, das bis südlich Belém reicht, durch einen Aw-Klimastreifen getrennt. Salinópolis am Atlantik gehört aber nicht mehr in das Am-Klima. Daß das Küstengebiet nördlich von Belém wieder im Am-Gebiet liegt, geht auch aus den Schilderungen SCHULZ-KAMPFHENKELs (163) hervor, der im Rio Jary-Bereich Urwälder zwischen dem Amazonas und Französisch Guayana fand, die noch für das Am-Klima charakteristisch sind. Er beobachtete dazu noch eine Trockenzeit im November (163, S.131), so daß das Gebiet nicht zum Af-Klimatyp zu rechnen ist.

Dieses Am-Klimagebiet kann man weiter durch die im vorigen Kapitel beschriebenen Jahreszeitengrenzen einteilen: 1.) in ein Amw-Klima, das sich von Parintins nach Westen erstreckt, und 2.) in das östlich von Porto de Moz gelegene Amw'-Klimagebiet. Letzteres weist eine kurze Trockenperiode im Frühjahr auf.

Das Aw-Klima mit einer ausgesprochenen Trockenzeit im Winter liegt im Norden Amazoniens und reicht von den Llanos, die es ganz beherrscht, mit einem Keil bis über den Amazonas. Es schließt Óbidos und Altamira ein und verbindet sich dann mit dem im Süden gelegenen Aw-Gebiet von Ceara und Mato Grosso. Hier weist die Temperatur im Jahresgang zwar größere Schwankungen auf, die aber $5^{o}C$ nicht übersteigen.

LE COINTE (22) erwähnt frische Nächte auf den Hochflächen von Ariramba, 100 km nördlich von Óbidos, d.h. es tritt eine größere Tagesamplitude auf, die für das Aw-Klima typisch ist. Schon SUPAN (186, S.457) führt 1894 aus, daß der nordhemisphärische Typus bis in die Nähe von Óbidos vordringt, was auch die Vegetation zeigt (114, S.31). Der genaue Verlauf der Grenze des Aw-Klimabereichs nördlich vom Amazonas ist noch sehr hypothetisch, da es zu dieser Angabe an den dafür nötigen Stationen mangelt. Wir haben diese Grenze mit Hilfe unserer Jahresisohyetenkarte und der Karte der Vegetationsverteilung gefunden (52). Fast alle Vegetationskarten weisen in diesem Trockenstreifen mehr oder

weniger große Savanneninseln im Wald auf. Die Wälder liegen an Flüssen, sind also edaphisch bedingt und nicht klimatisch. Aus persönlichen Mitteilungen von H. WILHELMY geht hervor, daß die Wälder am unteren Tapajóz Arten enthalten, die in der Trockenzeit ihr Laub abwerfen. Ein Zeichen, daß wir hier am Übergang vom Am- zum Aw-Klima sind.

Im Süden vom Am-Klimagebiet schließt sich der Bereich mit Awi-Klima an, der den gesamten Rest Amazoniens umfaßt. Auch das Einzugsgebiet des Mamoré fällt bis auf das Quellgebiet des Beni in das Aw-Gebiet. Die klimatischen Verhältnisse finden ihren Ausdruck in der Verbreitung von Trockenwäldern und Savannen (197).

Lediglich an der Ostküste macht sich ein kleiner Streifen mit einer ins Frühjahr verschobenen Trockenzeit bemerkbar. Diese Grenze zwischen Awi- und Aw'i-Klima-Gebiet ist bereits im vorhergehenden Kapitel beschrieben worden.

Wie erklärt sich nun dieser von den Llanos des Orinoko bis nach Ceara durchziehende Trockenstreifen? Das östlich daran anschließende w'-Gebiet ist aus der Meeresnähe zu erklären, wobei der ozeanische Klimaeinfluß sich durch die Verschiebung der Trockenzeit ins Frühjahr andeutet. Hierbei ist auffällig, daß auch nördlich vom Äquator der südhemisphärische Einfluß festgestellt wird, d.h. die Trockenzeit fällt ins Südfrühjahr, also etwa von September bis November. Die Tropischen Luftmassen drängen die äquatorialen weit nach Norden ab. Westlich der Klimascheide des Guayana-Massivs herrschen Tropische Luftmassen, ebenso über dem brasilianischen Massiv. Die Luftmassen stoßen sowohl von Norden im Nordwinter als auch vom Süden im Südwinter in den Raum von Óbidos vor, so daß sich die Äquatorialen Luftmassen in diesem Streifen nicht voll entfalten können. Südlich von Altamira nimmt der Niederschlag zwar etwas zu, doch reicht dieser Anstieg nicht aus (bis zu 2000 mm), um wie es SOARES (18) und BERNADES (12, 1994) taten, die beiden Am-Gebiete im Westen und im Osten durch eine Brücke unterhalb von Óbidos miteinander zu verbinden. Hier schließen wir uns GUERRA (58) an, der in seiner Klimabeschreibung von Ceara diese Zone nicht ausscheidet.

Daß das Aw'i-Gebiet an der Küste bis Salinópolis vorstößt, ist aus den Karten von MARKGRAF (116) über die vorherrschenden Winde

auf dem Atlantik zu verstehen. Aus diesen Karten ist zu entnehmen, daß der Klimatische Äquator weder im Januar noch im Juli südlich der Amazonasmündung liegt. Es herrschen südlich der Mündung des Amazonas in der Hauptsache die SO-Passate vor, d.h. die Winde wehen küstenparallel und können deshalb keinen Niederschlag bringen. Wo sich jedoch eine Halbinsel ins Meer erstreckt, z.B. S.Joao, ist die Regenmenge sofort höher, deshalb tritt an dem betreffenden Ort Am-Klima auf. Hier liegt dann ein ähnliches Phänomen vor wie in Guayana: Der Passat wird, weil er auf erhöhtes Land stößt, zum Aufstieg gezwungen und gibt seine Feuchtigkeit als Steigungsregen ab.

Der Übergang von der nord- zur südhemisphärischen Zirkulation vollzieht sich westlich vom Guayana-Massiv auf ganz kurzer Strecke etwa am Mathematischen Äquator. Leider kann dieser Wechsel noch nicht mit Material aus Meßstationen belegt werden; doch berichtet KOCH-GRÜNBERG (102, S.6) von einem schnellen Übergang am Rio Branco und BAUER (8) von einem am oberen Rio Negro.

Wir können in Amazonien fünf Klimazonen unterscheiden. Im Westen reicht das Afw''i-Klima von dem Andenrand bis 62°W am Amazonas. An der Nordküste von Guayana finden wir diesen Klimatyp noch einmal.

Das Gebiet des Amwi-Klimas umschließt das des Afw''i-Klimas und dehnt sich nach Osten bis zum 49.°W aus, während sich das östlich von Porto de Moz gelegene Amw'i-Klima nach Norden an der Küste zwischen dem Atlantik und dem Bergland von Guayana erstreckt.

Das Awi-Klima geht im Westen und Nordosten in das Amwi- bzw. Amw'i-Klima über und grenzt im Südosten an das Aw'i-Klimagebiet. Die großen Trockenräume der Llanos und die von Ceara sind mit einer Awi-Brücke verbunden, die bei Óbidos den Amazonas überquert.

Auf Grund unserer Erkenntnisse können wir KÖPPENs Klimakarte (97, S.247) korrigieren. Das Aw-Klima reicht keineswegs von Süden über den Amazonas (bei Óbidos) und stößt dann auf ein Am-Klimagebiet, sondern der nördliche Aw-Keil steht über den Amazonas mit dem im Süden in Verbindung. Im Westen reicht der Am-

yp weiter nach Süden und stößt bis zum Mittellauf des Rio Xingu
or, umfaßt den Mittellauf des Tapajóz und Madeira und schließt
en gesamten Lauf des Rio Purus und Jurua ein.

as Am-Klima findet man nicht, wie es die bisherigen Klimakarten
eigen, am Küstensaum südlich der Amazonasmündung. Das Gebiet
idlich von Salinópolis gehört zum Aw'i-Klïmatyp, was durch eine
nzahl von Stationen belegt ist. Lediglich Sao Joao macht eine
usnahme und gehört wegen seiner extrem ozeanischen Lage zum
mw'i-Klimatyp. Im Westen Amazoniens wird der sonst schroffe
bergang vom Af- zum Aw-Klima durch einen Am-Klimastreifen abge-
chwächt. Besonders im Südwesten ist dieser Übergang nicht so
harf, wie ihn KÖPPEN herausstellt.

in Vergleich unserer Klimakarte mit LAUERs Isohygromenenkarte
on Südamerika (108) zeigt, daß unsere Af-Klimagrenze zum größten
eil mit der Isohygromene 12 (12 humide Monate im Jahr) und die
renze zwischen Am/Aw mit der Isohygromene 9 (9 humide Monate im
ahr) zusammenfällt. Bei der letzteren ergeben sich jedoch ge-
isse Abweichungen, da sich LAUERs Linienführung stark an die
egetationsgrenze anlehnt, während sich unsere nur auf die in
iesem Gebiet vorhandenen Stationswerte bezieht.

ehr fragwürdig ist die Abgrenzung des Gebietes nördlich von Óbi-
os, für die auch LAUER keinerlei Stationswerte zur Verfügung
tanden. Nach unserer Ansicht stehen die Gebiete der geringeren
umidität bei Óbidos und Dadanawa mit dem der venezolanischen
lanos und dem Trockengebiet in Ceara in Verbindung. Der Amw'-
treifen erstreckt sich auf unserer Karte an der Atlantikküste
ber die Insel Marajo hinaus und umschließt Belém. Zwar gibt es
uf dem von LAUER ausgeschiedenen Gebiet der Insel Marajo Savan-
en, doch sind diese nicht durch Trockenheit bedingt, sondern
berschwemmungssavannen. Unser Klimadiagramm für Soure (Abb.22)
eigt eine dreimonatige Trockenzeit, aber der große Jahresnie-
erschlag berechtigt uns, diesen Bereich ins Am-Klima mit einzu-
eziehen.

enn wir auf eine so enge Anlehnung an die Vegetationsgrenzen
erzichtet haben, so geschah es aus dem einzigen Grund, kein
ichteres und besseres Stationsnetz vorzutäuschen, als tatsäch-
ich vorhanden ist. In der vorliegenden Arbeit haben wir mit

Hilfe der Vegetation lediglich versucht, unsere Grenzziehung zu bestätigen, wir haben aber nicht von der Vegetation aus Rückschlüsse auf die Klimagrenzen gezogen.

Vergleichen wir unsere Klimakarte, die auf Grund der KÖPPEN'schen Klimaformeln gezeichnet wurde, mit den Ergebnissen der Theorie FLOHNs (40), dann erhalten wir folgendes Resultat: Das Afw''i-Klima herrscht in dem Gebiet vor, das dem ständigen Einfluß der ITC (der Äquatorialen Luftmassen) ausgesetzt ist (188, S.233, 261). Die doppelte Regenzeit entspricht der Verschiebung der ITC, die sich nach dem Sonnenstand richtet. Auch das Ami-Gebiet liegt während des größten Teils des Jahres im Einflußbereich der Äquatorialen Luftmasse, die jedoch beim Sonnentiefststand, der gleichzeitig etwa mit der größten nördlichen Entfernung der ITC vom Äquator zusammenfällt, von der Tropischen Luftmasse mit ihren Passaten verdrängt wird.

Den Aw-Klimaraum erreichen die Ausläufer der Äquatorialen Luftmasse nur noch bei ihrer größten Ausdehnung im Sommer. Im Aw-Gebiet hat die Tropische Luftmasse die Vorherrschaft. Die Schwankung, die in dem Aw-Bereich in der Niederschlagsmenge auftritt, erklärt sich aus dem von Jahr zu Jahr verschieden weiten Vordringen der ITC. Erreicht die von der ITC gebildete Äquatoriale Luftmasse in einem Jahr einmal nicht ihre südlichste Breite, kommt es zu Dürren, die zur Genüge von Ceara bekannt sind.

Wir können, wie wir soeben gesehen haben, auch mit Hilfe der KÖPPEN'schen Klimaformeln die Ergebnisse der dynamischen Klimatologie darstellen. Es ist nicht erforderlich, für das tropische Tiefland neue Klimaschemata einzuführen. Aus der Klimakarte nach der KÖPPEN'schen Formel kann man zugleich die Dynamik der Luftmassen, ihre größten Ausdehnungen und ihre Lage erkennen.

3. Die Klimadiagramme

Wir konnten uns im bisherigen Gang der Untersuchung nur auf sehr wenige Meßstationen beziehen, deshalb sind unsere Ergebnisse mit einer gewissen Unsicherheit behaftet. Um nun unsere Ausführungen zu überprüfen, wenden wir eine andere Untersuchungsmethode auf dasselbe Gebiet an.

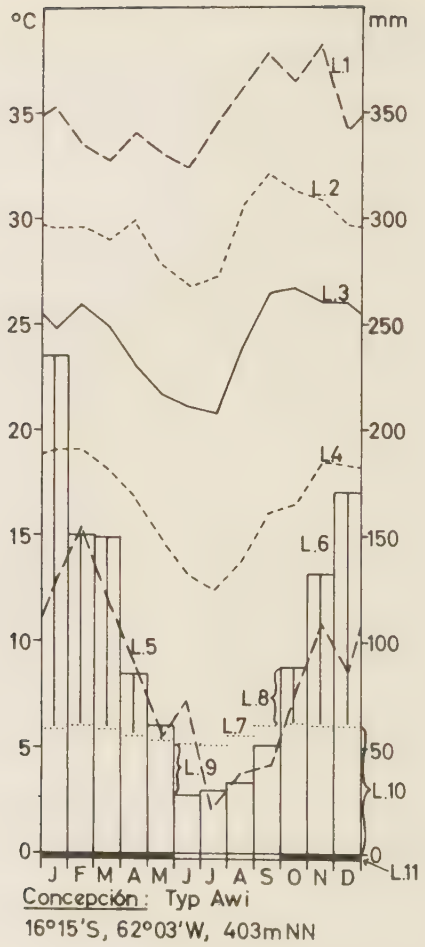
Während wir im vorigen auf Grund der Methoden SCHRÖDERs (162) und KÖPPENs (107) die Niederschlagsverhältnisse in Amazonien bestimmten, sollen diese im folgenden mit Hilfe der LAUER'schen (111) Formel untersucht werden. Wir wollen sehen, ob sich dann eine gewisse Übereinstimmung in den Ergebnissen aus den beiden Untersuchungswegen zeigt.

Bei der nun folgenden Beschreibung einiger Klimadiagramme sollen für einen jeden der im letzten Abschnitt angeführten Klimatypen charakteristische Orte herausgegriffen werden. Wir weisen hier auf die im Klimadiagramm-Weltatlas (205) erschienenen Karten von Südamerika hin. Als Grundschema wird von uns die übliche Diagrammdarstellungsmethode angewandt und diese dann durch Einzeichnen der Grenzniederschlagskurve erweitert. Das Diagramm stellt eine Kombination der beiden Methoden dar, wie sie JÄTZOLD (84) für Nordamerika und JUNQUEIRA SCHMIDT (153) für Südamerika gebracht haben.

JÄTZOLDs Diagramm muß für die Tropen durch Einzeichnen der Extremtemperaturkurven erweitert werden, da sie in dieser Klimazone wichtig sind.

Die Niederschlagskurve wird in unserem Diagramm zur Grenzniederschlagskurve in Beziehung gesetzt, d.h. zu der Linie, bei der sich Niederschlag und Verdunstung die Waage halten. Die Verdunstung ändert sich mit dem Grad der Wärme, so daß man mit Hilfe der Temperatur und der Niederschlagswerte annähernd eine Formel für die Trockengrenze aufstellen kann (84; 11; 209).

Das Diagramm wollen wir an Hand der Station Concepción (Abb.9) erklären. Concepción liegt in Bolivien und nach Aussage unserer Klimakarte in einem Gebiet mit typischem Awi-Klima.



L.1 = absolute Maxima der Temperatur
L.2 = gemittelte Maxima der Temperatur
L.3 = gemittelte Temperatur
L.4 = gemittelte Minima der Temperatur
L.5 = absolute Minima der Temperatur
L.6 = Niederschlagskurve
L.7 = Grenzniederschlagskurve
L.8 = überschüssiger Niederschlag
L.9 = fehlender Niederschlag
L.10= Grenzniederschlag
L.11= schwarz = humider Monat; weiß = arider Monat

Abb.9

Auf der Abszisse sind die Monate aufgetragen. Dabei ist ein humider Monat, also ein Monat, in dem der Niederschlag über dem Trockengrenzwert liegt, ausgezogen. Man kann so schon an der Abszisse ablesen, wieviele und welche Monate in die Trockenzeit bzw. Regenzeit fallen. Auf der linken Ordinate sind die Temperaturwerte, auf der rechten die monatlichen Niederschlagswerte abgetragen. Die Kurve der gemittelten Temperatur ist ausgezogen. (Im Beispieldiagramm Abb.9 : L.3). Die gemittelten Minima (L.4) und Maxima (L.2) sind mit kurzen unterbrochenen Linien markiert, während die absoluten Minima (L.5) und Maxima (L.1) als längere gebrochene Kurven gezeichnet sind. Die Niederschlagsmengen (L.6) sind säulenförmig dargestellt, so daß die Höhe einer Säule die Niederschlagsmenge des betreffenden Monats angibt. Ferner ist in dieses Diagramm punktförmig die Grenzniederschlagskurve (L.7) eingetragen. Diese Linie wurde nach der Formel von LAUER (111, S.23) ermittelt, die für die Tropen maßgebend ist.

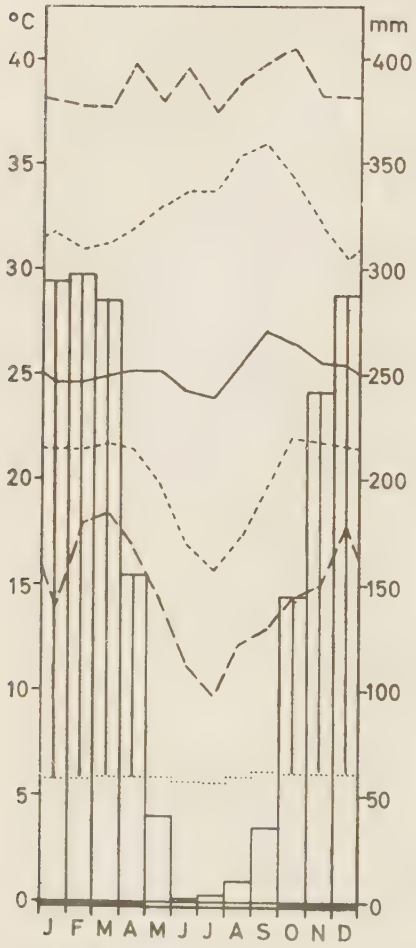
LAUER (111) gibt als Trockengrenze die Formel

$20 = \frac{12\ n}{t + 10}$ an oder für unseren Fall: $n = \frac{20}{12}(t + 10)$.

Setzt man für t die monatliche Durchschnittstemperatur ein, so erhält man den Niederschlagswert, der der Verdunstung in dem betreffenden Monat die Waage hält.

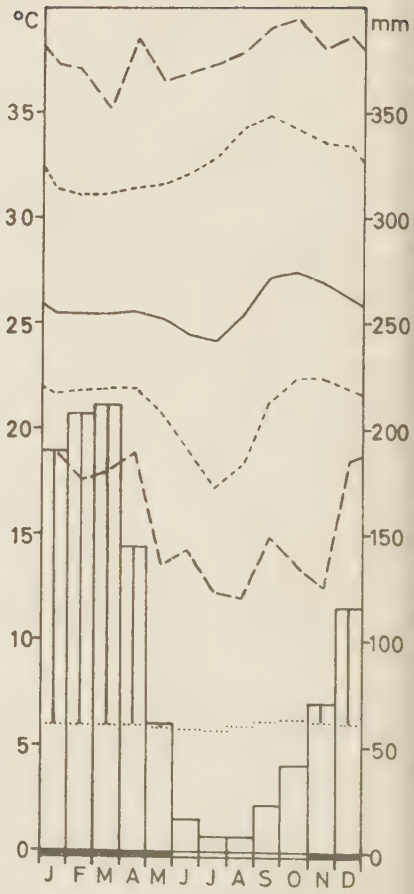
JÄTZOLD (84) führt die auch von uns im Diagramm von Concepción angegebene Bezeichnung ein, wobei der Niederschlag, der die Grenzniederschlagskurve erreicht, den Grenzniederschlag bildet (L.10). Der zwischen dem gemessenen Niederschlag und der Grenzniederschlagskurve fehlende Niederschlag wird als fehlender Niederschlag (L.9) bezeichnet und der über der Kurve liegende als überschüssiger (L.8). Der überschüssige Niederschlag ist in den Diagrammen durch eine Mittellinie in den Säulen gekennzeichnet.

Die Temperaturkurve von Concepción weist im Oktober ein Maximum und im Juli ein Minimum auf. Ein kleineres Maximum finden wir noch im März, das dazugehörige Minimum fällt in den Januar. Dieses Minimum hängt nicht wie im ersten Fall vom Tiefststand der Sonne ab; denn im Januar hat sie fast den höchsten Punkt erreicht. Es läßt sich aus der Niederschlagsverteilung erklären.



Porto Nacional: Typ Awi
10°43'S, 48°25'W, 238m NN

Abb. 10



Barra do Corda: Typ Awi
5°30'S, 45°16'W, 81m NN

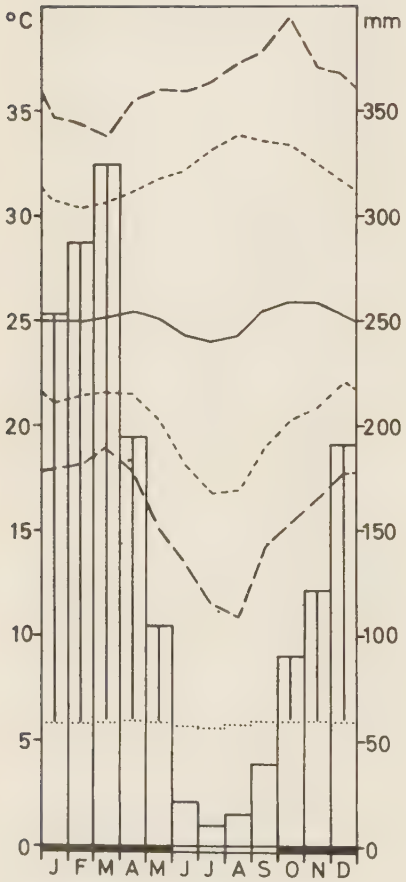
Abb. 11

Bei der Beschreibung der Zirkulationsverhältnisse wurde erwähnt, daß die ITC dem Sonnenhöchststand nachhinkt. Das ist auch in Concepcion der Fall; denn der größte Niederschlag wird im Januar verzeichnet. Diese Regenfälle drücken die Temperatur herab, weil in Amazonien mit dem Niederschlag die Bewölkung zunimmt und die Einstrahlung dann geringer wird, d.h. bei Maximalniederschlägen = größte Bewölkung = geringste Einstrahlung.

Betrachten wir die Linie der gemittelten und absoluten Maxima, so können wir einen fast parallelen Verlauf der beiden feststellen. Der erste Hochpunkt der Kurve liegt im April hinter dem der gemittelten Temperatur. Die letztere sinkt in diesem Monat. Der zweite Hochpunkt am Ende der Trockenzeit (September) fällt dagegen fast mit dem der gemittelten Temperaturen zusammen. Der Hochpunkt der absoluten Maxima im November wirkt sich dagegen nicht mehr auf die beiden anderen Kurven aus, die in diesem Monat fallen. Einen kleineren Tiefpunkt der beiden Maxima finden wir im März, kurz nachdem die gemittelten Temperaturen ihre Höhepunkte hatten. Der zweite Tiefpunkt liegt einen Monat vor dem der gemittelten Temperatur.

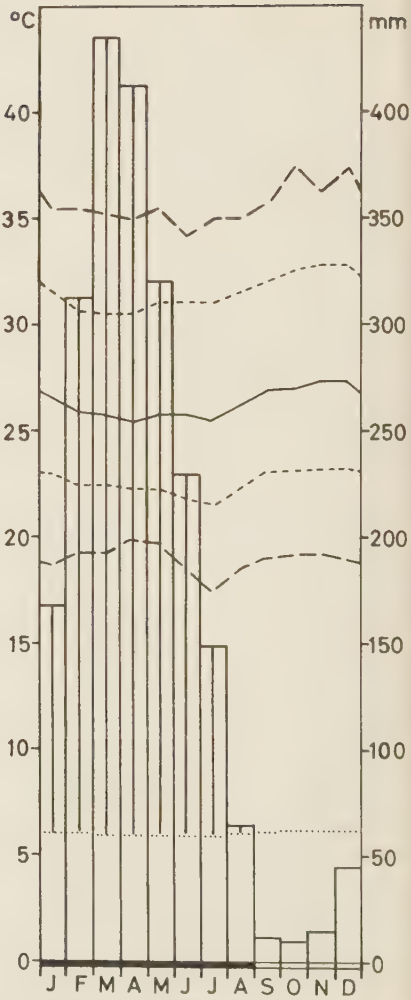
Die Kurve der gemittelten Minima verläuft sehr ruhig und zeigt im Februar, einen Monat nach den höchsten verzeichneten Niederschlägen, ihren Hochwert und in der Trockenzeit im Juli ihren Tiefstwert. Die Linie der absoluten Minima der Temperatur hat, obwohl sie wesentlich mehr schwankt als die der gemittelten Minima, die gleichen Hoch- und Tiefpunkte. Bei Concepción nähern wir uns schon sehr den äußeren Tropen, da hier die absoluten Minima im Juli bei $+2^{\circ}C$ liegen.

Bevor wir in der Betrachtung der Niederschlagskurve fortfahren, verfolgen wir kurz den Verlauf der Grenzniederschlagskurve. Sie liegt im wesentlichen, jedoch mit viel geringeren Schwankungen, parallel zur Temperaturkurve. Meist ist sie in unserem Gebiet als Gerade ausgebildet und schwankt in der Regel um den Grenzniederschlag von 60 mm. Dieser durch die LAUERsche Formel gefundene Wert deckt sich gut mit dem von KÖPPEN (107) angegebenen Niederschlag von 60 mm für einen trockenen Monat.



Jmperatriz: Typ Awi
5°32'S, 47°30'W, 59mNN

Abb. 12



Turiaçu: Typ Aw'i
1°41'S, 45°22'W, 17m NN

Abb. 13

Dagegen hat die Niederschlagskurve in unserem Bereich, im speziellen Fall bei Concepción, wesentlich größere Schwankungen. Der höchste Niederschlag wird im Januar mit 230 mm verzeichnet. Die Niederschlagskurve fällt dann etwa um 70 mm von Januar bis Februar und erreicht im Juni nicht mehr die Grenzniederschlagskurve, sondern weist sogar einen fehlenden Niederschlag von 25 mm auf. Erst im Oktober wird der Grenzwert wieder überschritten. Der Niederschlag nimmt dann bis Januar konstant zu.

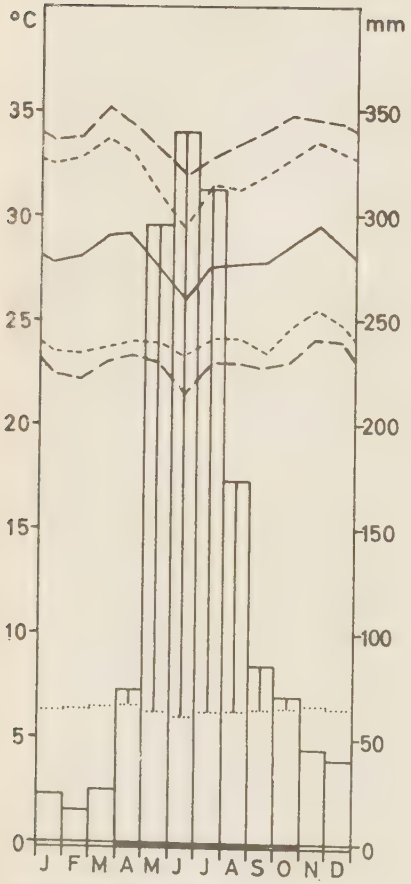
Concepción hat im Jahresgang einen fehlenden Niederschlag in den vier Monaten von Juni bis September. Dies bedeutet, daß die Niederschlagskurve unter der Grenzniederschlagskurve liegt. Die aus den Stationsdaten feststellbare Trockenzeit deckt sich ungefähr mit JERRMANNs Angaben (86) für Ostbolivien. Nach JERRMANN beginnt die Regenzeit im November und endet im April. Die Trockenzeit dauert somit nach seinen Angaben länger als wir aus den Diagrammen feststellen konnten; denn die Monate, die JERRMANN noch zur Trockenzeit zählt, haben einen sehr geringen Niederschlagsüberschuß, so daß sie von der Bevölkerung bereits zu den Trockenmonaten gerechnet werden. Die Monate, in denen die Niederschlagskurve unter dem Grenzwert liegt, sind arid, und da dies im Winter der Fall ist, hat Concepción Wintertrockenheit. Die Klimaformel Awi stimmt demnach für diese Station; denn auch die Temperaturschwankung liegt unter $5^{o}C$, wie leicht aus dem Diagramm ersichtlich ist.

Für den südlichen Teil Amazoniens stehen uns hier folgende Diagramme zur Verfügung: Porto Nacional (Abb.10), Barra do Corda (Abb.11), Imperatriz (Abb.12), Turiaçu (Abb.13), Bôa Vista gehört (Abb.14) zur nordhemisphärischen Zirkulation. Óbidos (Abb. 15) nehmen wir als Übergangsstation vom Aw- zum Aw´-Klima und als Awi Station mit einer zweiten angedeuteten Trockenzeit San José (Abb.16).+

Ein Vergleich dieser Stationen zeigt zunächst die Übereinstimmung des Temperaturverlaufs, wobei die Hochwerte der gemittelten Temperatur immer am Ende der Trockenzeit und die Tiefpunkte

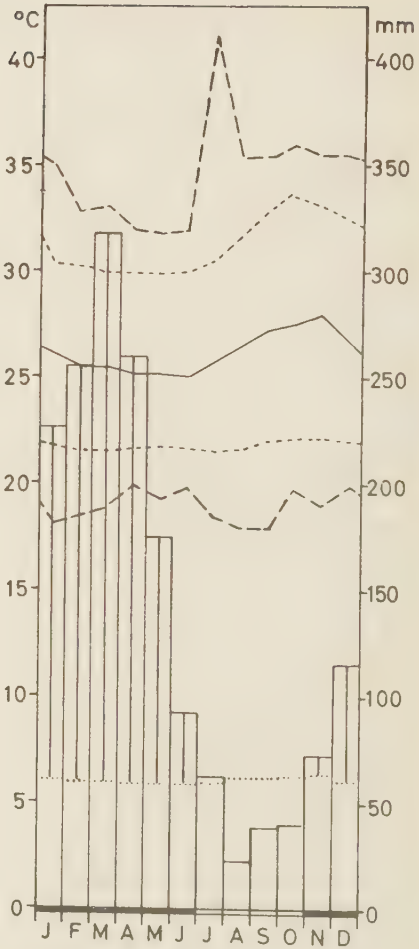
---

+ Die Temperaturwerte für alle hier angegebenen Stationen findet man in der Literaturangabe 120 - 124; 153; 172.



Bôa Vista: Typ Awi
2°49' N, 60°40' W, 90mNN

Abb. 14



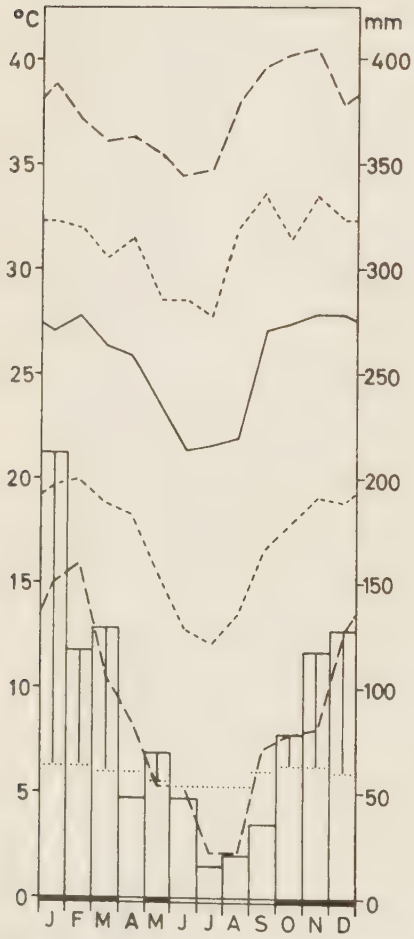
Óbidos: Typ Awi
1°50'S, 55°34' W, 20mNN

Abb. 15

am Ende der Regenzeit liegen. Die absoluten Minima schwanken zwischen 20 und 10°C, je nach Lage der Station, und die absoluten Maxima in der Regel zwischen 35 und 40°C. Sie steigen nicht über 40° und fallen sehr selten unter 35°, wie z.B. bei Imperatriz im März. Die Awi-Stationen weisen alle eine Amplitude der Temperatur unter 5°C und eine ausgeprägte Wintertrockenheit auf, in der Regel von Juli bis September auf der Südhalbkugel. In Porto Nacional hält die Trockenzeit von Mai bis September an. Der Niederschlag bleibt dabei erheblich unter dem Grenzwert. Der Juli ist meistens ohne Niederschlag. Die restlichen Monate haben dagegen hier einen reichlichen Regenüberschuß von 90-220 mm. Bei dieser Station prägt sich die Trockenzeit besonders stark aus.

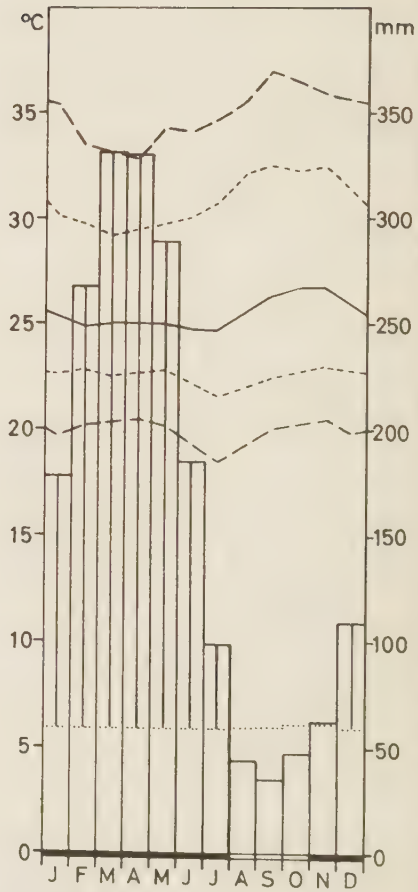
Vergleichen wir diese Stationen nun mit den Aw'i-Orten, so fällt auf, daß sich die Trockenzeit ins Frühjahr verschiebt, Sao Benito (hier nicht als Diagramm dargestellt) hat eine deutliche Trockenzeit von August bis November, in dieser Zeit fehlen 30-40 mm Regen im Monat. In Turiaçu beginnt die Trockenzeit erst im September und endet im Dezember. Sie weist die gleichen Fehlbeträge auf, während die Regenzeit in Turiaçu größere Niederschläge hat als Sao Bento. Der Temperaturverlauf ist bei diesen Stationen ausgeglichener als in den oben besprochenen. Ebenso unterliegen auch die Maxima und Minima nur geringen Schwankungen. Die absoluten Maxima und Minima haben für Turiaçu nur eine Amplitude von etwa 3°C. Diese Tatsache kann mit der nahen Seelage zusammenhängen.

Im Bereich der nördlichen Zirkulation haben wir die Klimadaten für Bôa Vista (Abb.14) ausgewertet. Die gemittelte Temperatur hat im November und kurz vor der Regenzeit im April einen Hochpunkt. Die tiefsten Werte liegen im Juni, dem Monat des höchsten Niederschlages. Die Extremwerte passen sich dieser Kurve an, zeigen aber keine großen Schwankungen. Der Niederschlagsverlauf entspricht dem wintertrockenen Klimatyp der nordhemisphärischen Zirkulation, bei dem der Niederschlag von November bis März unter dem Grenzwert liegt. Am wenigsten regnet es im Februar, hier verzeichnet man einen fehlenden Niederschlag von etwa 40 mm, während der Juni einen Niederschlagsüberschuß von ca 280 mm hat. Óbidos (Abb.15) kann als Übergangsstation vom Awi zum Aw'i Klimatyp angesehen werden. Diese Station hat ihren



San José: Typ Aw''i
17°51'S, 60°47'W, 300mNN

Abb. 16



Taperinha: Typ Amwi
2°30'S, 54°20'W, 20mNN

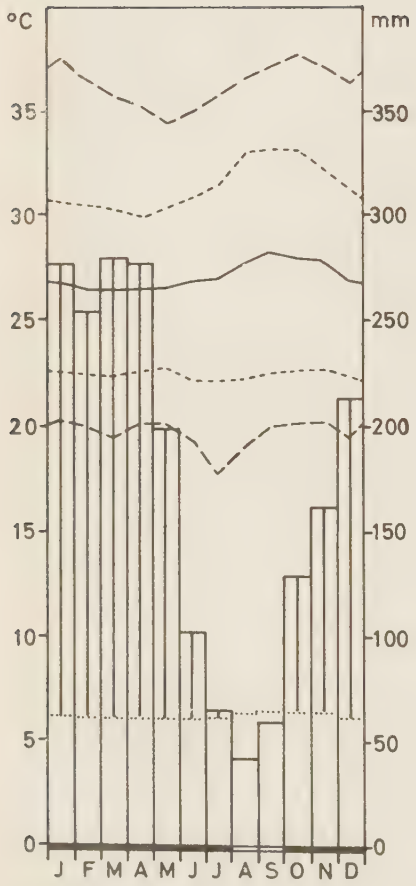
Abb. 17

Hoch- und Tiefwert der mittleren Temperatur jeweils am Ende der Regen- bzw. Trockenzeit. Hier ist der besonders hohe Wert der absoluten Maxima im Juli mit 41,1°C bemerkenswert, der am 12.7. 1940 gemessen wurde. Der Verlauf der Kurve zeigt aber, daß er aus dem Rahmen fällt. Der Hochwert der gemittelten Maxima liegt wie auch bei den anderen Stationen am Ende der Trockenzeit. Der Hauptniederschlag fällt von Februar bis März. In Óbidos sind August und September ausgesprochen trocken, während im Juli und Oktober der Grenzniederschlag minimal überschritten wird.

Wie sehr sich die Niederschlagsverhältnisse bei Óbidos von denen des unten besprochenen Belém (Abb.25) unterscheiden, betont auch LE COINTE (22, S.197). Während z.B. Belém selten einmal in einer Woche keinen Regen hat (in jedem Monat ist ein überschüssiger Niederschlag verzeichnet), ist Óbidos fast jedes Jahr ein oder zwei Monate ohne Regen. Unsere Diagramme bestätigen LE COINTEs Angaben. Es ist deshalb verständlich, daß dort die Trokkenzeit genau solche Folgen hat, wie sie nur für Aw-Orte typisch sind: Feuerbrünste dringen von den Savannen in den Wald ein. Sie können nur in Aw-Klimaten auftreten, weil sie dort in der Trokkenzeit genügend Nahrung finden. SIOLI (180) und RÜHLE (144, S. 31) beschreiben weite Camposflächen bei Óbidos, was ebenfalls auf ein Aw-Klima hinweist.

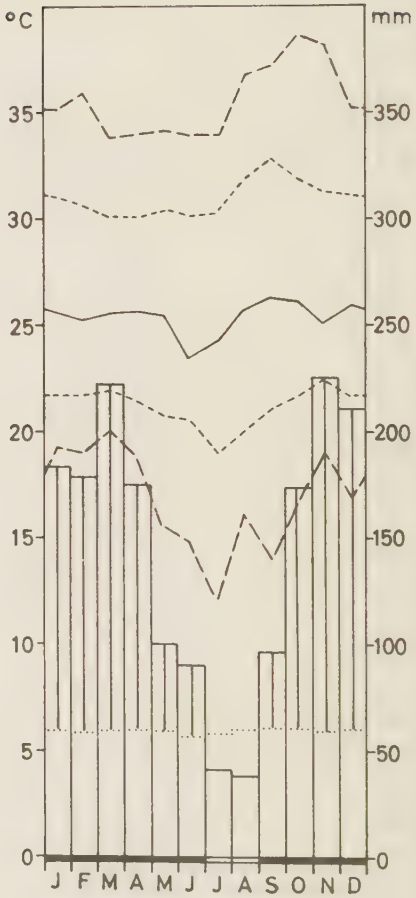
In San José (Abb.18) haben wir nach unserer Klimakarte mit einer zweiten kurzen Trockenzeit zu rechnen. Aus den Temperaturkurven ist sie nicht zu ersehen, diese verlaufen wie bei den andern Aw-Stationen. Ihre größere Schwankung erklärt sich aus der nahen Lage zu den Randtropen, was man auch aus der Kurve der absoluten Minima ersieht, da sie als tiefsten Punkt 2°C erreicht. Die zweite Trockenzeit, in der ein Niederschlag von 10 mm fällt, liegt im April. Der Mai weist wieder einen Überschuß an Niederschlag von etwa 10 mm auf. Die große Trockenzeit reicht über vier Monate von Juni bis September.

Taperinha (Abb.17) kann als typische Übergangsstation zum Am-Klima gelten. Nur sein größerer Jahresniederschlag ermöglicht es, daß die dreimonatige Trockenzeit von August bis Oktober überbrückt werden kann. Es hat sogar noch einen Monat länger Trockenzeit als Óbidos, jedoch sinken die Niederschläge in die-



Manaos: Typ Amwi
3°06'S, 60°W, 40mNN

Abb.18



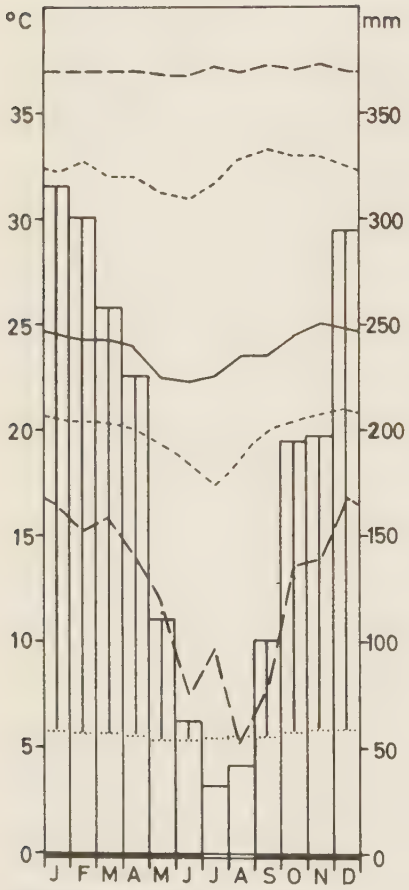
Agua Caliente: Typ Amwi
8°49'S, 74°41'W, 307mNN

Abb.19

sen Monaten nicht so tief unter den Grenzniederschlag. BATES (5, S.197) Beobachtungen stimmen mit den unsrigen überein. Er stellte bei Santarem einen Übergang vom Passatwald zur Camposregion fest.

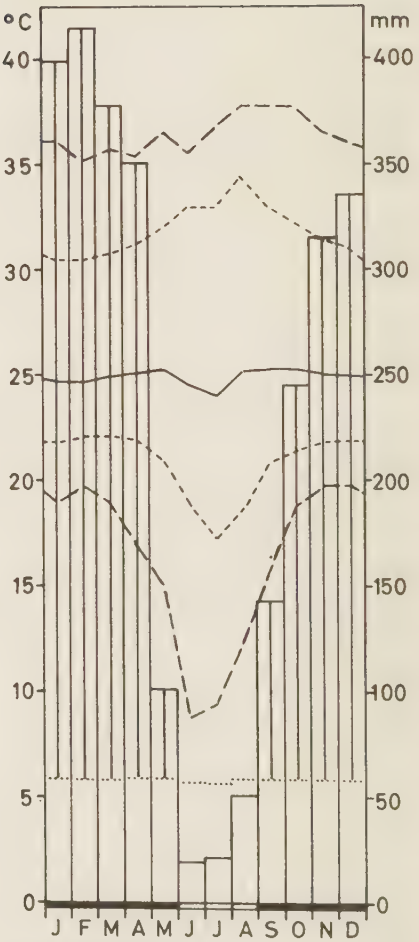
Die folgenden Stationen Manaos (Abb.18), Agua Caliente (Abb.19), Senna Madureira (Abb.20), Alto Tapajóz (Abb.21) und Soure (Abb. 22) sind schon echte Am-Stationen. Bei diesen vier Orten ergibt sich eine fast ausgeglichene Temperaturkurve. Die Minima haben ihren Tiefstpunkt gewöhnlich zu Beginn der Trockenzeit, während ihre Höchstwerte mit den Maxima des Niederschlags zusammenfallen, weil bei erhöhtem Niederschlag die Ausstrahlung am geringsten ist. Die Temperaturmaxima erreichen ihren höchsten Wert kurz nach dem Einsetzen der Regenzeit. Allein Agua Caliente (Abb. 19) hat entsprechend seiner Grenzlage zum Afw''i-Klima ein zweites Minimum der mittleren Temperatur bei den beiden Niederschlagsmaxima. Es zeigt jedoch noch deutlich eine Trockenzeit, die sich über zwei Monate erstreckt, in denen der fehlende Niederschlag etwa 10-15 mm beträgt. Er ist nicht so hoch wie in den Aw-Gebieten. Deshalb können die Pflanzen diese kurze Trokkenzeit überdauern, zumal in den übrigen Monaten wieder Niederschlagsüberschuß zu verzeichnen ist. Nach dem Niederschlagsgang wäre diese Station zum Afw''i-Klima zu rechnen, doch zeigt die Trockenzeit an, daß es sich um ein Am-Klima handelt. Agua Caliente liegt im Übergangsgürtel der Jahreszeiten.

Eine ebenfalls zweimonatige Trockenzeit herrscht auch in Manaos (Abb.18) von August bis September. Der Juli hat nur einen geringen Niederschlagsüberschuß, der September nur einen kleinen fehlenden Betrag unter dem Grenzniederschlag. Die übrigen Monate haben aber auch hier großen Überschuß an Regen, so daß die Trockenzeit sich nicht so stark auswirkt. Senna Madureira (Abb. 20) im Acregebiet hat einen ähnlichen Niederschlagsverlauf wie Manaos mit einer Trockenzeit von Juli bis August. Das Diagramm dieser Station weist aber auch für diese trockenen Monate noch Niederschläge auf, die, wie wir bei allen Stationen sehen können, in keinem Monat ganz ausbleiben. Für den Kautschuksammler ist hier die tageszeitliche Regenverteilung günstig, denn hier fallen die Regenschauer abends oder nachts, so daß sie der Kaut-



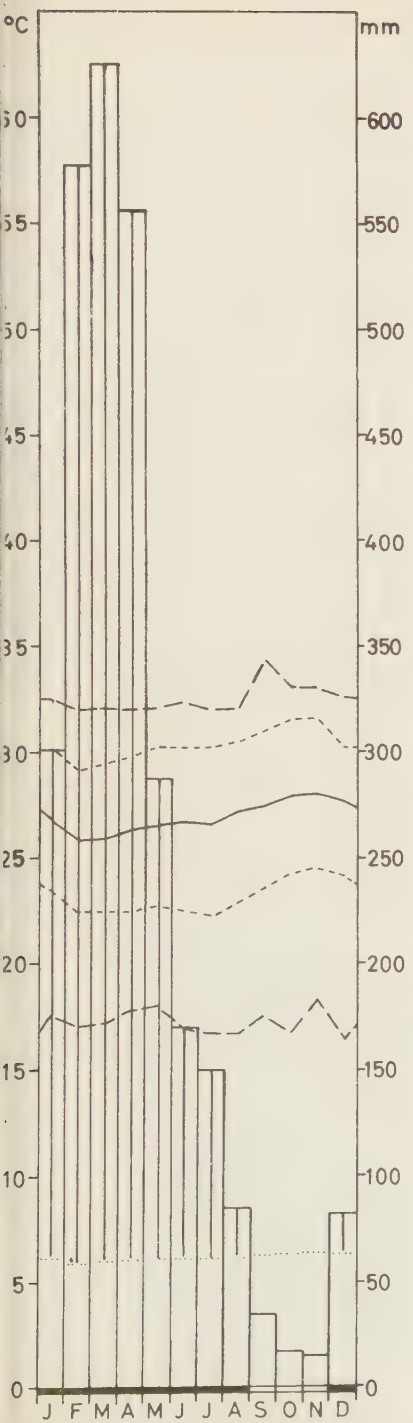
Senna Madureira: Typ Amwi
9°04'S, 63°40'W, 135m NN

Abb. 20

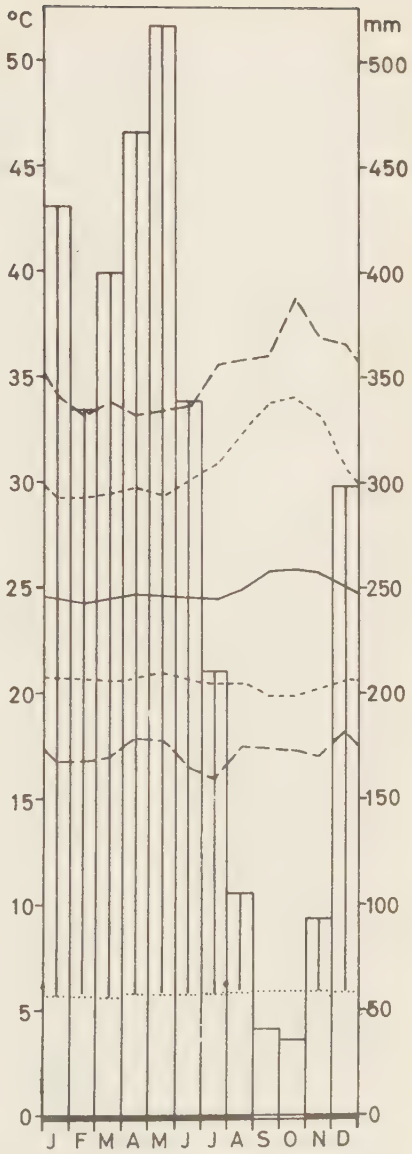


Alto Tapajóz: Typ Amwi
7°21'S, 57°31'W, 140mNN

Abb. 21



Soure: Typ Amw'i
0°44'S, 43°31'W, 10mmNN Abb. 22



Clevelandia: Typ Amw''i
3°49'N, 51°52'W, 64mNN

Abb. 23

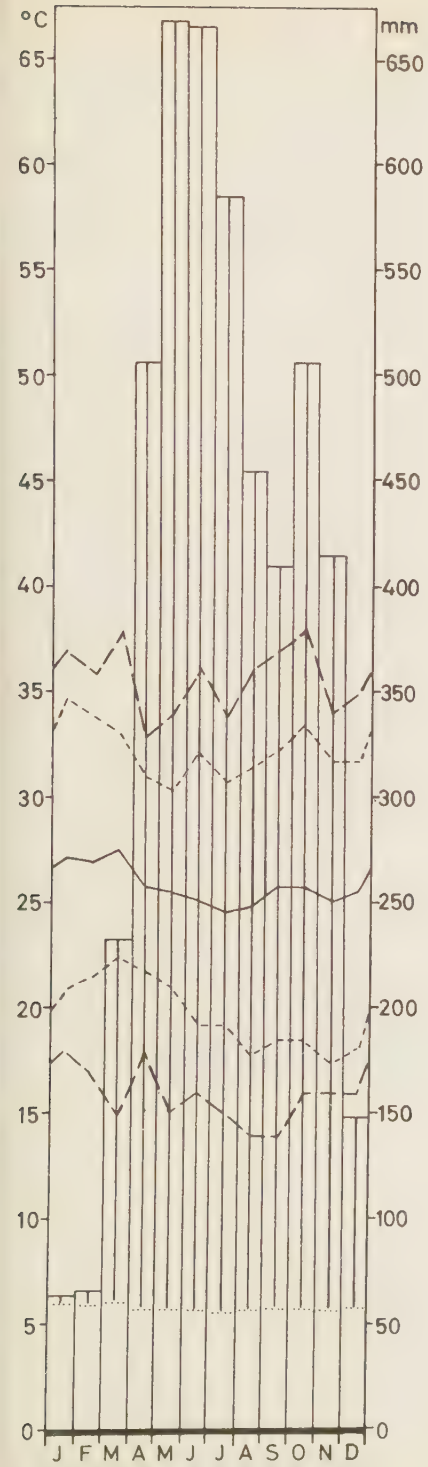
schukernte nicht schaden können (165, S.80, 270 f.).

Clevelandia (Abb.23) an der Küste nördlich der Amazonasmündung gehört zu den Stationen, die im Februar eine zweite angedeutete Trockenzeit haben. Dieser Monat hat immer noch einen Niederschlagsüberschuß von fast 300 mm. Es ist anzunehmen, daß von März bis August die Äquatorialen Luftmassen den Niederschlag bringen, während von November bis Februar die Regen durch den NO-Passat verursacht werden, der an der Küste zum Aufstieg gezwungen wird und deshalb seine Feuchtigkeit abgibt. Für die Temperaturkurve gilt das gleiche wie bei den anderen Am-Stationen, wobei die geringsten Maxima und die höchsten Minima wiederum in den niederschlagsreichsten Monaten verzeichnet werden.

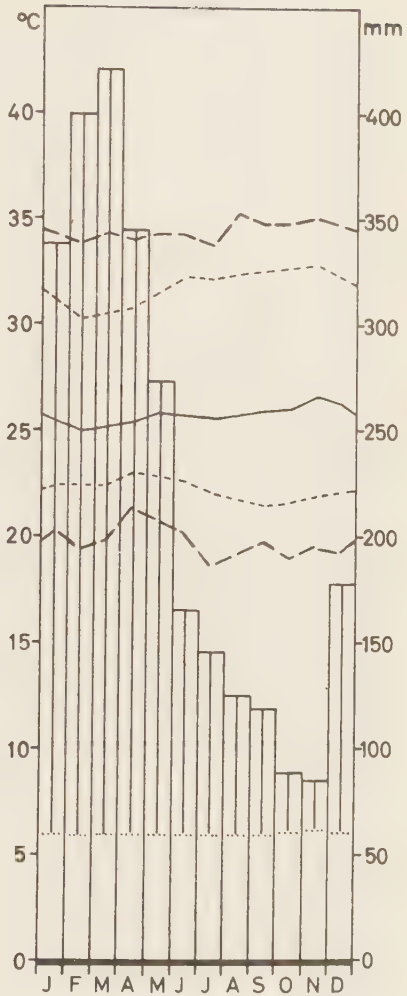
Als letzte Am-Station wollen wir Soure (Abb.22) auf Marajo an dem südlichen Amazonasmündungsarm überprüfen. Der Temperaturverlauf weicht kaum von dem in Belém ab, nur die Kurve der mittleren Temperatur nimmt etwas größere Maxima und Minima an. Die Kurven der Maximaltemperaturen halten sich dichter an der mittleren Temperaturkurve, wohingegen die Minima tiefer liegen. Die absoluten Minima schwanken in Soure zwischen 16 und 18°C, in Belém um 20°C.

Soure hat neben Villavicencio (Abb.24) den extremsten Niederschlagsverlauf Amazoniens. Wird im März noch der höchste Niederschlag mit 620 mm gemessen, so hat der November nur 15 mm Regenfall. Während der März einen Überschuß an Niederschlag von 560 mm aufweist, fehlen im Oktober 50 mm. Soure muß deshalb zu dem Am-Klimatyp gerechnet werden. Da die Trockenzeit in den Oktober fällt, gilt für diesen Ort die Klimaformel Amw'i.

Im Gegensatz zu Soure weist das nahe Belém (Abb.25) wieder einen regelmäßigen Gang der Niederschlagsverteilung auf. Zwar deutet sich auch noch in Belém eine Trockenzeit im Niederschlagsverlauf an, jedoch bleibt im November, dem Monat mit dem geringsten Niederschlag, noch ein Überschuß von etwa 25 mm, so daß es nicht mehr ins Am-Klimagebiet fällt, sondern die Klimaformel Afw'i erhalten müßte. Diese Klimazone kann aber nicht auf das ganze Mündungsgebiet des Amazonas ausgedehnt werden, denn schon Soure hat wieder fehlenden Niederschlag. Daß Belém in klimatischer Hinsicht eine Ausnahme darstellt, geht schon

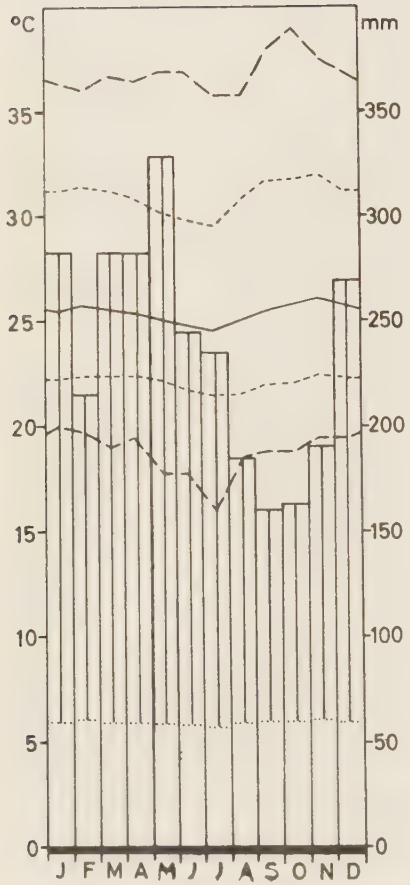


Villavicencio: Typ Afw''i
4°08'N, 73°38'W, 498m NN Abb. 24



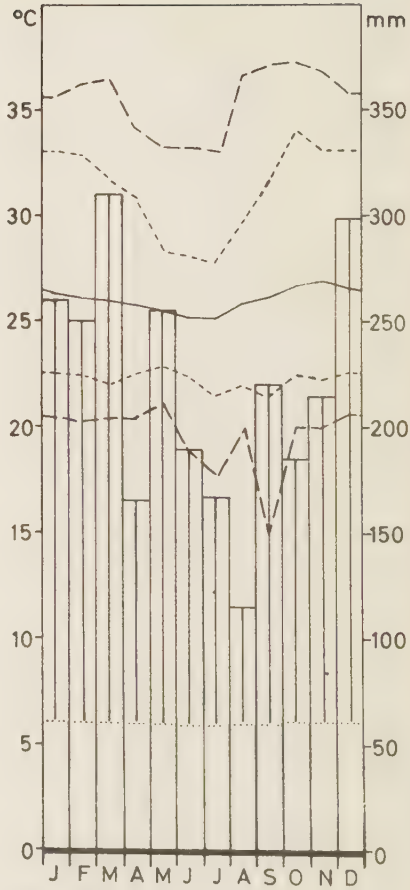
Belém do Para: Typ Amw'i
1°28'S, 48°27'W, 24m NN

Abb. 25



Uaupés: Typ Afw''i
0°08' S, 67°05' W, 85mNN

Abb. 26



Iquitos: Typ Afw''i
3°45' S, 73°12' W, 106mNN

Abb. 27

aus LE COINTEs Aufzeichnungen (22, S.196 f.) hervor, der für das umliegende Gebiet schärfer getrennte Jahreszeiten feststellte.

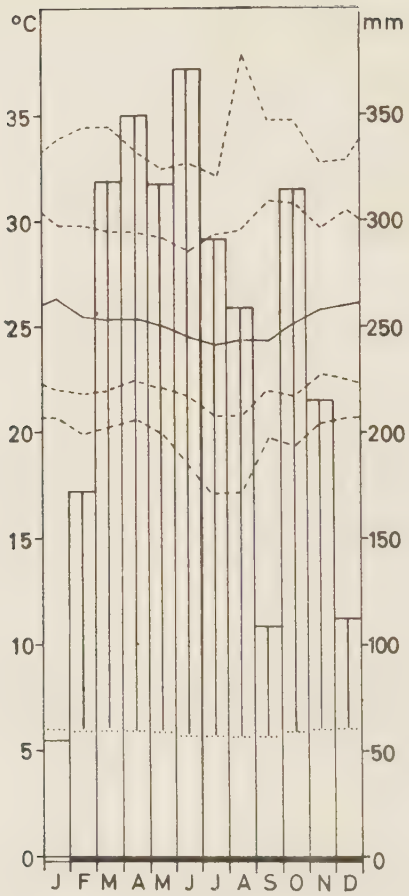
Da aus Belém die am frühesten begonnenen Beobachtungen ganz Amazoniens vorliegen, wurden diese Messungen oft als typisch für die Regenmenge und -verteilung in unserem Untersuchungsraum angesehen. Unsere Darstellungen haben aber gezeigt, daß Belém in klimatischer Hinsicht eine Sonderstellung einnimmt. Diese Klimawerte kann man deshalb nicht auf andere Bereiche Amazoniens übertragen.

Für das westliche Amazonien stehen uns vier Stationen zur Auswertung der monatlichen Temperatur- und Niederschlagswerte zur Verfügung: Villavicencio (Abb.24), Uaupés (Abb.26), Iquitos (Abb.27) und Tiputini (Abb.28).

Die Niederschlagskurve zeigt in Iquitos einen sehr unregelmäßigen Verlauf, doch ist dieser wohl durch das geringe Mittel von einem Jahr und sieben Monaten bedingt. Wir erkennen aber in diesem Diagramm zwei angedeutete Trockenzeiten, so daß ebenfalls für Iquitos, wie es auch SIEVERS (175, S.34) und TREUMER (187) ausführen, vier Jahreszeiten wahrscheinlich sind. Der größte Niederschlag ist im März mit über 300 mm verzeichnet. Der trokkene August hat dagegen noch einen überschüssigen Niederschlag von 50 mm. Die Grenzniederschlagskurve verläuft in Iquitos wie auch in Uaupés fast linear und schwankt kaum um den Wert von 60 mm.

Die größte Niederschlagsmenge wird in Uaupés im Januar mit fast 300 und im Mai mit nahe 400 mm gemessen. Man kann in Uaupés zwei Regenmaxima ermitteln. Das Minimum bleibt noch höher über dem Grenzniederschlag als in Iquitos. So weist der Oktober als regenärmster Monat noch einen Niederschlagsüberschuß von 100 mm auf.

In Tiputini (Abb.28) finden wir schon die nordhemisphärische Zirkulation vor, d.h. die Haupttrockenzeit fällt in den Januar. Der Niederschlag liegt sogar etwas unter dem Grenzwert, während Villavicencio noch im Januar und Februar überschüssigen Niederschlag hat. Doch macht sich hier im Jahresgang schon eine stärkere Neigung zum Am-Typ bemerkbar, was auch die hohen Niederschläge mit über 650 mm im Mai und Juni ausdrücken, da eine



Tiputini: Typ Afw''i
0°47'S, 75°31'W, 230mNN

Abb. 28

echte Afw''i-Station eine Niederschlagskurve besitzt, die keine solchen extremen Werte annimmt. Unsere Klimakarte zeigt auch an, daß Villavicencio hart an der Grenze zum Am-Klima liegt. M.BATES (6) berichtet ebenfalls von einem schroffen Übergang vom Regenwald zur Savanne in der Nähe dieses Ortes.

Die mittleren Temperaturen sind in Iquitos sehr ausgeglichen. Die Kurve hat im November ihr Maximum und im Juli ihr Minimum. Der Anstieg der Temperatur erfolgt schneller als der Abfall, der hinausgezögert wird. Einen ähnlichen Verlauf, aber auf die nordhemisphärische Zirkulation übertragen, haben auch Tiputini und Villavicencio. Bei der letzten Station zeigt sich auch die zweite Trockenzeit im September in der Temperaturkurve durch einen kleinen Hochwert an.

In Uaupés verläuft die Temperaturkurve unruhiger, doch liegt auch hier das Hauptminimum im Juli und das Maximum im November, während noch ein kleines Minimum in den März fällt. Die Extremtemperaturen schwanken wenig. Die absoluten Maxima liegen bei ca 35°C und haben eine Amplitude von 4-6°C. Die absoluten Minima sinken nicht unter 14°C und haben als Höchstwert 21°C.

Die vier letztgenannten Orte haben ein ausgesprochenes immerfeuchtes Klima mit zwei Regenmaxima. Die Trockenzeiten treten kaum in Erscheinung. Die Klimaformel lautet demnach für dieses Gebiet: Afw''i. Das doppelte Regenmaximum ist durch die jahreszeitliche Verschiebung der ITC bedingt.

Z u s a m m e n f a s s u n g

Die mittleren Temperaturen schwanken in Amazonien um 25°C, die Jahresamplitude liegt unter 5°C, zum größten Teil unter 3 1/2°C. Amazonien hat ein Tages- und kein Jahreszeitenklima, wie es die Thermo-Isoplethen-Diagramme zeigen. Die absoluten Maxima der Temperatur steigen kaum über 40°C und betragen in der Regel 35°C. Die absoluten Minima liegen bei 15°C, sie gehen jedoch bis zu 2°C an der Grenze der inneren Tropen, in Bolivien, herunter.

Mit Hilfe der Theorie der Luftmassenbewegung konnten für Amazonien zwei Typen gefunden werden: Die Äquatorialen Luftmassen der ITC, die die Regenzeit bewirken und ständig im Gebiet der doppelten Regenzeit vorherrschen, und die Tropischen Luftmassen der Passate, die die Trockenzeiten verursachen. Beide Luftmassen wandern im Laufe des Jahres, je nach Sonnenstand, über Amazonien.

Diese großräumige Luftmassenbewegung kann aus dem Thermo-Isoplethen-Diagramm erkannt werden. Mittelt man bei dieser Darstellungsmethode die Temperaturen über einen Monat, so werden nur die in einem bestimmten Zeitabschnitt überwiegenden Luftmassen sichtbar. Bildet man das Mittel der Temperaturen dagegen über ein kleineres Intervall, z.B. 5-6 Tage, so kann man aus den Diagrammen die Verteilung der Tropischen Luftmasseneinbrüche an dem jeweiligen Ort erkennen.

Auf der Jahresisohyetenkarte sind fünf Haupttypen feststellbar:

1. Das Mündungsgebiet des Amazonas und den nördlich daran anschließenden Küstenstreifen mit 2000, z.T. 3000 mm Jahresniederschlag.
2. Das westliche Amazonien, etwa vom 3.°S bis 5.°N, mit einem Niederschlag über 2000 mm. In diesem Gebiet können am Tapajóz noch eine Zone über 2750 mm und östlich der Anden eine mit über 3000 mm Niederschlag ausgeschieden werden.
3. Zwischen diesen beiden niederschlagsreichen Gebieten im Westen und an der Küste kann eine Zwischenzone mit Niederschlägen unter 2000 mm beobachtet werden. Hier herein reicht ein Trockenstreifen mit Regen unter 1750 mm von Norden über den Amazonas bis Altamira. Er ist nicht mit dem Trockengebiet von Ceara verbunden.

4. Im Norden schließen sich an das niederschlagsreiche Westamazonien die trockenen Llanos (unter 2000 mm Regen) an und
5. im Süden der bolivianische Anteil Amazoniens mit einem Niederschlag von ebenfalls unter 2000 mm Jahresniederschlag.

Wie bei den Niederschlagszonen können wir auch fünf Klimabereiche unterscheiden, die sich jedoch nicht miteinander decken:

1. Im Westen reicht das Afw''i-Klima vom Andenrand bis 62°W am Amazonas.
2. Das Gebiet des Amwi-Klimas umschließt das des Afw''i-Klimas und dehnt sich nach Osten bis zum 49.°W aus.
3. Die östlich von Porto de Moz gelegene Amw'i-Klimazone erstreckt sich nach Norden an der Küste zwischen dem Atlantik und dem Bergland von Guayana.
4. Salinópolis und der Küstenstreifen südlich der Amazonasmündung hat bis auf Sao Joao Aw'i-Klima.
5. Die großen Trockenräume der Llanos und die von Ceara und Mato Grosso sind durch eine Awi-Brücke verbunden, die bei Óbidos den Amazonas überquert.

Aus den gefundenen Klimazonen wurden für den jeweiligen Klimatypus besonders charakteristische Orte ausgesucht. Mit den Klimawerten dieser Stationen wurden die Eigenarten der Einzelklimate noch einmal in zusammenfassenden Diagrammen dargestellt.

Nach Abschluß des Manuskriptes wurden uns die Arbeiten: Trewartha, Glenn T.: The Earth's Problem Climates, The University of Wisconsin Press, Madison 1961, 334 S., und der Atlas do Brasil (Geral e Regional), 1959, zugänglich. Die Klimakarte des letzteren weicht erheblich von der unseren ab. Das Af-Gebiet reicht auf unserer Karte am Amazonas weiter nach Osten, weil Manaos und auch Manicoré in ihrem Klimagang und -charakter sich stark dem Af-Klimatyp nähern. Altamira zeigt eindeutig Aw-Gang. Auch aus der Reiseliteratur kann man schließen, daß der Trockenstreifen von den Llanos des Orinoko bis Ceara durchläuft. Die gegenüber dem Atlas do Brasil neuere Arbeit Trewarthas stimmt dagegen mit unserer Klimakarte voll in diesen Gebieten überein und bestätigt somit unsere Ergebnisse.

Stationsverzeichnis

Lf. Nr.	Station	Nord ° '	West ° '	Höhe in m	B.J.	Quelle	Temp.in°C Jan.	Juli	J.-N. in mm	Klima-formel
1	Arauca	7 06	70 45		4	121	27,5	25,4	1865	Awi
2	Puerto Ayacucho	5 39	67 32		3	115			2455	Awi
3	Tumatumari	5 18	59		16	48			2738	Amw''i
4	Nieuw Nickerie	5 52	57		13	143			1951	Amw''i
5	Paramaribo	5 42	55 12		63	97	25,9	26,7	2297	Afw''i
6	Placer,L.en F. de Jong	5 05	55 14		17	97	26,7	27,4	2180	Amw''i
7	Albina	5 29	54 05		9	143			2228	Afw''i
8	Puerto Asis	0 32	76		7	154			3388	Afw''i
9	Florencia	1 40	75 40	200	6	154			3684	Afw''i
10	Mocoa	1 08	74 38	579	3,5	154			3582	Afw''i
11	San Martin	3 43	73 44	405	3,5	154			2400	Amw''i
12	Acacias	3 55	73 40	440	7	154			5272	Afw''i
13	Villavicencio	4 09	73 37	498	9,5	154			4807	Afw''i
14	Miraflores	1 25	72 12		1	121			1279	Aw''i
15	Oroqué	4 48	71 20	143	5	154			1918	Aw''i
16	Mitu	1 07	70 03		3	121			3498	Afw''i
17	Juaretê	0 18	68 54	122	12	173	24,8	23,9	3274	Afw''i
18	Uaupés	0 08	67 05	85	20	173	25,5	24,3	2823	Afw''i
19	San Carlos	1 54	63 03	65	1	172	27,1	26,3	(3600)	Afw''i
20	Santa Elena	4 36	61 06	860	7	199;172	22,8	22,3	1630	Awi
21	Bôa Vista	2 49	60 40	90	20	173			1504	Awi
22	Dadanawa	2 50	59 15		9	48	27,9	27,2	1486	Awi
23	Eupukari	3 35	59 05		4	48	27,0	27,6	1173	Awi
24	Placer R`Awa	3 38	54		7	48			2837	Amw''i
25	Cayenne	4 54	52 18	6	51	97	26,2	26,8	3208	Amw''i
26	Clevelândia	3 49	51 50	63	25	16			3267	Amw''i
27	Jamboé	4 08 S	78 46			97			(2000)	Afw''i
28	Arajuno	1 14 S	77 41	540		215			3596	Afw''i
29	El Puyo	1 25 S	77 56	980	4	48			3854	Afw''i
30	Tiputini	0 47 S	75 31	230	4	28	26,3	24,2	3400	Afw''i

Lf. Nr.	Station	Süd ° '	West ° '	Höhe in m	B.J.	Quelle	Temp.in°C Jan.	Juli	J.-N. in mm	Klima-formel
31	Iquitos	3 45	73 12	106	1,5	48	26,3	25,2	2623	Afw''i
32	Remate de Males	4 25	70 02	65	25	16			2926	Afw''i
33	Sao Paulo d. Olivença	3 27	68 48	93	12	173			2621	Afw''i
34	Taracuá	0 04	68 14	99	25	16			3531	Afw''i
35	Carauari	4 57	66 54	81	11	173			2645	Afw''i
36	Fonte Bôa	2 32	66 01	55	12	173	25,1	24,7	2491	Afw''i
37	Tefé	3 22	64 42	53	12	173			2260	Afw''i
38	Coarí	4 05	63 08	48	22	173	25,3	25,3	2256	Afw''i
39	Barcelos	0 59	62 56	36	20	173	26,3	25,4	2036	Afw''i
40	Manaos	3 06	60	40	25	16	26,8	27,0	2063	Amwi
41	Itacoatiára	3 09	58 25	45	15	173			2575	Amwi
42	Parintins	2 37	56 44	29	17	173			1991	Amwi
43	Itaituba	4 17	55 59	45	10	173			1784	Amwi
44	Óbidos	1 55	55 31	20	15	173	26,1	25,7	1680	Awi
45	Taperinha	2 30	54 20	20	25	16	25,3	24,6	1971	Amwi
46	Altamira	3 12	52 45	80	15	173			1705	Awi
47	Arumanduba	1 32	52 34	5	25	16			1951	Amw'i
48	Porto de Moz	1 45	52 13	10	15	143			2192	Amw'i
49	Soure	0 44	48 31	10	13	143	26,8	26,6	2917	Amw'i
50	Simao Grande	0 17	48 25		1	120			3215	Amw'i
51	Belém	1 28	48 27	24	25	16;120	25,4	25,6	2686	Amw'i (f)
52	Tracuateua	1 05	47 10	36	25	16			2254	Aw'i
53	Salinópolis	0 39	47 23	14	25	16;120			1809	Aw'i
54	Grajaú	4 48	46 27	160	25	16;120	26,7	26,5	1665	Awi
55	Turiaçú	1 41	45 22	17	31	173;120	26,7	25,6	2184	Aw'i
56	Sao Joao	1 17	44 57		2	120			2880	Amw'i
57	Sao Bento	2 41	44 43	18	25	16;120	24,5	24,2	1920	Aw'i
58	Sao Luis	2 32	44 17	33	25	16;120	26,6	26,2	2152	Aw'i
59	Caxias	4 52	43 22	77	30	173	26,4	25,2	1354	Aw'i
60	Barras	4 15	42 16	75	25	16			1492	Aw'i
61	Campo Maior	4 49	42 11	125	25	16			1306	Awi
62	Pedro Segundo	4 25	41 28	550	25	16			1162	Aw'i
63	Piracuruca	3 56	41 38	66	25	16			1294	Aw'i
64	Parnahyba	2 59	41 44		2	120			2041	Aw'i

Lf. Nr.	Station	Süd ° '	West ° '	Höhe in m	B.J.	Quelle	Temp.in°C Jan.	Juli	J.-N. in mm	Klima-formel
65	Acaraú	2 53	40 10	10	25	16;120			1016	Aw'i
66	Mucuripe	3 42	38 27		2	16;120			1747	Aw'i
67	Agua Caliente	8 49	74 41	307	6	120	25,7	24,3	1739	Amwi
68	Cruzeiro do Sul	7 38	72 40	170	15	173	24,0	22,4	2139	Amwi
69	Sao Felipe	6 43	69 57		11	48;120			2650	Amwi
70	Eirunepê	6 40	69 52	104	10	173			2476	Amwi
71	Senna Madureira	9 04	68 40	135	25	16;120	24,6	22,6	2137	Amwi
72	Rio Branco	9 59	67 49		4	57			2060	Amwi
73	Floriano Peixoto	9 01	67 26	112	25	16;120			2297	Amwi
74	Lábrea	7 15	64 50	60	25	16			2501	Amwi
75	Canutama	6 32	64 35		2	120			2239	Amwi
76	San Antonio	9 06	64		1	202			2318	Amwi
77	Porto Velho	8 50	63 58	90	4	48;16			2441	Amwi
78	Humaitá	7 31	63 02	50	8	173	25,2	24,9	2453	Amwi
79	Manicoré	5 49	61 18	49	14	173			2868	Amwi
80	Alto Tapajóz	7 21	57 31	140	18	173	24,7	24,0	2739	Amwi
81	Conceiçao d.Arag.	8 15	49 12	156	25	16;120	25,2	25,1	1786	Awi
82	Carolina	7 19	47 28	176	25	16;120	25,4	26,3	1602	Awi
83	Tocantinópolis	6 19	47 26	131	25	16;120	25,0	24,0	1770	Awi
84	Imperatriz	5 32	47 30	59	30	173	25,0	24,0	1657	Awi
85	Barra do Corda	5 30	45 16	81	30	173	25,5	24,2	1097	Awi
86	Alto Parnahyba	6	43 30	124	1	202			966	Awi
87	Teresina	5 05	42 49	74	25	16			1392	Awi
88	Amarante	6 41	42 51	100	25	16			1441	Awi
89	Oeiras	7 01	42 06	170	25	16			924	Awi
90	Quixeramobim	5 12	39 18	199	25	16;120	28,3	26,1	777	Aw'i
91	San Ramon	11 06	75 18	800	6	123;124	24,2	22,4	2147	Amwi
92	Cobija	11 01	68 48	260	9	123;124	25,8	24,0	1723	Awi
93	Pennapolis	10 16	67 53		1	97	25,4	24,6	1579	Awi
94	Rurrenabaque	14 28	67 37	227	8	123;124	26,3	21,9	1846	Amwi
95	San Borja	14 58	67 07	226	9	123;124	26,8	22,7	1560	Awi
96	Riberalta	11	66 41	172	9	123;124	26,2	24,9	1741	Aw''i
97	Guayaramerin	10 48	65 22	170	9	123;124	26,2	24,6	1620	Aw''i
98	Santa Ana	13 34	65 42	220	9	123;124	27,4	24,1	1737	Aw''i

Lf. Nr.	Station	Süd ° '	West °	Höhe in m	B.J.	Quelle	Temp.in°C Jan.	Juli	J.-N. in mm	Klima-formel
99	Trinidad	14 45	64 48	236	9	123;124	26,8	23,1	1667	Aw''i
100	San Joacuin	13 04	63 48	200	9	123;124	26,2	25,0	1585	Aw''i
101	Magdalena	13 19	63 35	260	9	123;124	27,1	23,8	1471	Aw''i
102	Vilhena	12 40	62 40	663		56			2074	Awi
103	Porto Nacional	10 43	48 25	238	25	16;120	24,7	23,9	1796	Awi
104	Parana	12 33	47 47	271	25	16			1531	Awi
105	Taguatinga	12 16	45 54	605	25	16			1755	Awi
106	Ibipetuba	10 55	44 24	436	25	16			919	Awi
107	Covendo	15 50	67 05	490	2	123;124	25,5	21,0	1250	Awi
108	Santa Cruz	17 46	63 11	442	9	123;124	25,9	19,7	1281	Aw''i
109	Ascensión Guar.	15 42	63 03	247	7	123;124	26,3	22,3	971	Aw''i
110	San Javier	16 20	62 38	710	7	123;124	24,8	19,5	979	Aw''i
111	Concepción	16 15	62 03	490	9	123;124	24,8	20,8	1212	Aw''i
112	San Ignacio	16 22	60 59	370	8	123;124	25,8	19,9	1297	Aw''i
113	San José	17 51	60 47	300	9	123;124	27,1	21,4	1019	Aw''i
114	Robore	18 20	59 45	300	9	123;124	27,2	21,4	1279	Awi
115	Cuiaba	15 35	56 06	165	25	16;120	26,8	23,5	1350	Aw''i
116	Alto Araguaia	17 49	53 10	720	10		22,9	16,9	1822	Awi
117	R. Araguaia	15 45	51 44	490	25	16;97	24,5	22,7	1411	Awi
118	Goias	15 55	50 08	520	25	16;97	23,5	22,4	1712	Awi
119	Pyrenopolis	15 47	48 58	750	6	97	22,2	20,7	1650	Awi
120	Formosa	15 30	47 22	912	6	97	21,2	18,6	1719	Awi

Anmerkung:

Die laufenden Nummern der Stationen im Verzeichnis sind mit denen der Stationskarte identisch.- Nord = nördliche Breite;- Süd = südliche Breite; - West = westliche Länge; - Höhe in m = Höhe der Station über dem Meere (N.N.) in Meter; - B.J. = Beobachtungszeitraum, angegeben in Jahren; - Quelle = Die angegebenen Zahlen geben die laufenden Nummern der Quelle im Literaturverzeichnis an; - Januar = wahre gemittelte Temperaturen in °C im Januar; - Juli = wahre gemittelte Temperaturen in °C im Juli; - J.-N. in mm = gemittelter Jahresniederschlag in Millimeter.

Literaturverzeichnis

1) Alissow, B.P.: Lehrbuch der Klimatologie, Berlin 1956, 536 S.

2) Arnau, Frank: Der verchromte Urwald, Frankfurt 1956, 328 S.

3) Bartholomew, J.: South Amerika, 1:10 Mill., 1959

4) - " - The Times: Atlas of the world, Bd.V: The Americas, London 1922 und 1957

5) Bates, Henry W.: Der Naturforscher am Amazonenstrom, Leipzig 1866, 416 S.

6) Bates, Marston: Climate and vegetation in the Villavicencio region of eastern Colombia, Geogr. Rev. 38 (4), 1948, S.555-574

7) Bauer, Franz: Linkes Meteorologisches Taschenbuch, Bd. I-III, Leipzig 1951/52/57

8) Bauer, Peter Paul: NW-Amazonien, Diss.München 1919, 107 S.

9) Bayern, Therese Prinzessin v.: Meine Reise in den Brasilianischen Tropen, Berlin 1897, S.1-200

10) Beard, J.S.: The savannavegetation of northern tropical America, Ecological Monographs, Vol. 23, Nr.2, 1953, S.149-215

11) Becher, Hans: Volkskundliche Beobachtungen am Demini und Aracá, Staden-Jahrbuch Bd.6, 1958, S.93-105

12) Bernades, L.M.C.: Os Tipos de Clima do Brasil, Bol.Geogr. Bras. IX, Nr.105, 1951, S.988-997

13) Bluntschli, Hans: Die Amazonasniederung als harmonischer Organismus, G.Z. 1921, S.49-67

14) Brandt, Bernhard: Südamerika, Jedermann Bücherei, Breslau 1923, 140 S.

15) Canstatt, O.: Die Karte des Acregebietes, P.M. 1906, S.227 f.

16) Carvalho, W.J.: Atlas Pluviométrico do Brasil (1914-1938), Rio de Janeiro 1948

17) Castelnau, F.de: Expedition dans les parties centrales de l'Amérique du Sud, Paris 1851, Bd. IV, V

18) Castro Soares, Lúcio de: Excursion Guidebook No.8: Amazonia; Rio de Janeiro 1956, 216 S.

19) Chandless, W.: Der Purus, ein Nebenfluß des Amazonen-Stromes, P.M. 1867, S.257-266

20) Classen, Joh.: Gang und Einfluß des Passats und Antipassats im Atlantischen Gebiete Südamerikas, Diss.Bonn 1910, 126 S.

21)	Clauß, Otto:	Bericht über die Schingú-Expedition im Jahre 1884, P.M. 1886, S.129-134, 162-171
22)	Le Cointe, P.:	L'Amazonie Brésilienne, Tome I, Paris 1922, S.182-216
23)	- " -	Le climat amazonien et plus spéziale-ment le climat du Bas-Amazone, Annales de Geogr. XV, 84, 1906, S.449-462
24)	Conselho Nacional de Estatistica:	Anuario Estatistico de Brasil, Rio de Janeiro 1957, 1958
25)	Creutzburg, N.:	Klima, Klimatypen und Klimakarten, P.M. 1950, S.57-69
26)	Dienst, Rudolf:	Im dunkelsten Bolivien, Stuttgart 1926, 206 S.
27)	Diercke, D.:	Diercke Weltatlas. 83. + 91. Auflage, Braunschweig 1950, 1957
28)	Direccion general de Meteorológica:	Boletín Meteorológico No. 1, 1954-1958, Quito, Ecuador, 1959
29)	Draenert, F.M.:	Das Klima im Tale des Amazonas-Stromes, M.Z. 1901, S.504-514
30)	- " -	Die Verteilung der Regenmengen in Brasilien, M.Z. 1886, S.381-391
31)	- " -	Zum Klima des Staates Ceara, Brasilien, M.Z. 1902, S.552-559
32)	Ehrenreich, P.:	Beiträge zur Geographie Central-Brasiliens, Z.G.E. 1891, S.167-191; 1892, S.121-152
33)	- " -	Reise auf dem Amazonenstrom und dem Purus, V.G.E. 1890, S.156-174
34)	Emmel, Otto:	Die Verteilung der Jahreszeiten im tropischen Südamerika, Diss.Gießen 1908, 106 S.
35)	Fawcett, P.H.:	Explorations in Bolivia, G.J.London 1910/I, Bd. 35, S.513-532
36)	Federación Nacio-nal de Cafeteros de Colombia:	Anuario Meteorologico, Chinchina - Caldas 1950-1953
37)	Flohn, H. u. Hinkelmann, K.:	Äquatoriale Zirkulationsanomalien und ihre klimatische Auswirkung, Ber. d. Dtsch. Wetterdienstes US-Zone 1952, S.114-121
38)	Flohn, Hermann:	Eine äquatoriale Westwindzone als Glied der allgemeinen Zirkulation, Z.f.M. 1949, S.240-246

39) Flohn, Hermann: Grundzüge der allgemeinen Atmosphärischen Zirkulation auf der Südhalbkugel, Arch.f.Met., Geophys.u.Bioklimat. A, Bd.II, 1950, S.17-64

40) - " - Neue Anschauungen über die allgemeine Zirkulation der Atmosphäre und ihre klimatische Bedeutung, Erdkunde 1950, S.141-162

41) - " - Passatzirkulation und äquatoriale Westwindzone, Arch.f.Met., Geophys. u. Bioklimat. B, Bd.III, 1951, S.3-15

42) - " - Probleme der geophysikalisch-vergleichenden Klimatologie seit Alexander von Humboldt, Ber.d.Dtsch.Wetterd.Bd. 8, 1959, S.9-29

43) - " - Probleme der Tropen-Klimatologie seit Alexander von Humboldt, Dtsch.Geogr-Tag, Berlin 1959; Wiesbaden 1960, S. 95 f.

44) - " - Tropische und außertropische Monsunzirkulation, Ber.d.Dtsch.Wetterdienstes US-Zone 1950, S.34-52

45) - " - Zur Didaktik der allgemeinen Zirkulation der Atmosphäre, G.R. V, 1953, S. 41-56

46) - " - Zur Frage der Einteilung der Klimazonen, Erdkunde 1957, S.161-175

47) Franze, Bruno: Eine Karte des Temperaturverlaufs in Südamerika, P.M. 1929, S.62-65, 132-135

48) - " - Die Niederschlagsverhältnisse in Südamerika, P.M.Ergheft.193, 1928, 79 S.

49) Freise, Friedr.: Das Binnenklima von Urwäldern im subtropischen Brasilien, P.M.1936, S. 300-304, 346-348

50) Galvao, R.: Intraduçao ao conhecimento da área Maranhensé abrangida pelo plano de valorizaçao econômica da Amazônia, Rev.Bras. de Geogr. XVII, 1955, S. 239-299

51) Goeldi, Emil A.: Zum Klima von Pará, M.Z. 1902, S.348-366

52) Gonçalves, C.A.: Brasilien, Rio de Janeiro 1951

53) Goode, J. Paul: School Atlas, New York 1943

54) Gourou, Pierre: Observaçoes geográficas na Amazônia, Rev. Bras. d. Geogr. XI, 1949, S.355-408; XII, 1950, S.171-250

55) Grisebach, A.: Die Vegetation und Blütezeit am Amazonenstrom, I.II. 1865, S.171

56) Guerra, A.T.: Klima Guaporé-Territorium, Rev.Bras. d.Geogr. XV, 1953, S.203 ff.

57) - " - O corrência de Lateritos ua Baeia do Alto Purus, Rev.Bras.d.Geogr. XVII, 1955, S.107-114

58) - ' - Tipos de clima do nordeste, Rev.Bras. d.Geogr. XVII, 1955, S.449-496

59) Hann, Julius: Handbuch der Klimatologie, Bd.II, Stuttgart 1910, 426 S.

60) - " - Meteorologische Beobachtungen am Amazonenstrom, M.Z. 1898, S.220-222

61) - " - Regenfall in Manaos am Amazonenstrom, M.Z. 1892, S. 80

62) - " - Regenmessungen in Brasilien 1911, M.Z. 1913, S.156

63) - " - Resultate der meteorologischen Beobachtungen zu Manaos am Amazonenstrom im Jahre 1898, M.Z. 1903, S.368

64) - " - Der tägliche Gang der Temperatur in der inneren Tropenzone, Denksch.d. kais.Akad.d.Wissensch. Wien Bd.78, 1906, S.249-366

65) - " - Zum Klima von Manoas (Amazonas), M.Z. 1913, S.401

66) - " - Zur Meteorologie des Äquators, Sitzgsber.d.kais.Akad.d.Wissensch.Wien 1902, Math.-nat.-wiss. Reihe Bd.111, S.615-623; 1905, Bd.114, S.3-63

67) - " - Zur Meteorologie von Peru, M.Z. 1907, S.270-279

68) Hennig, Robert: Ursachen und Wirkungen der klimatischen Gegensätze zwischen der atlantischen und der pacifischen Seite Süd-Amerikas, Diss.Bonn 1910, 85 S.

69) Herndon, L. and Gibbon, L.: Exploration of the Valley of the Amazon, Washington 1854, I, S.370-415; II, S.332-337

70) Herzog, Th.: Beiträge zur Kenntnis von Ostbolivien, P.M.1910/I, S.136-138, 194-200

71) - " - Vom Urwald zu den Gletschern der Kordillere, Stuttgart 1913, 270 S.

72) Hesse-Wartegg, Ernst von: Zwischen Anden und Amazonas, Stuttgart 1915, 492 S.

73) Hettner, Alfred: Regenverteilung, Pflanzendecke und Besiedlung der tropischen Anden, Festschr. Ferd. Freiherr v. Richthofen z. 60. Geb., Berlin 1893, S. 197-233

74) - " - Reisen in den columbianischen Anden, Leipzig 1888, 398 S.

75) Hopp, Werner: Amazonien - Atlantis der Zukunft, Berlin 1954, 278 S.

76) Hueck, Kurt: Mapa de Vegetation de la Republica de Venezuela, Bol.Nr.7 de Inst.Forestal Latino Americo, Merida 1960, 16 S.

77) - " - Die natürliche Pflanzendecke Brasiliens als Grundlage für Land- und Forstwirtschaft, Staden-Jhrb.Bd.4, 1956, S,9-18

78) - " - Die Ursprünglichkeit der Brasilianischen "Campos Cerrados" und neue Beobachtungen an ihrer Südgrenze, Erdkunde 1957, S.193-203

79) - " - Waldbauliches am Amazonas, Stadten-Jhrb., Bd.V, 1957, S.37-47

80) - " - Die Wälder Venezuelas, Forstwiss.Forschg. Heft 14, Hamburg 1961, 127 S.

81) Humboldt, A.v.: Ansichten der Natur, Bd.I, 362 S.; Bd.II, 407 S., Stuttgart u. Tübingen 1849

82) - " - In Südamerika, Leipzig 1927, 157 S.

83) Ihering, H.v.: Der Rio Juruá, P.M.1904, S.260-266

84) Jätzold, Ralph: Die Dauer der ariden und humiden Zeiten des Jahres in den Vereinigten Staaten von Amerika und Südkanada, Masch. Diss. Tübingen 1959

85) Jefferson, Mark: Actual Temperatures of South America, Geogr. Rev. Bd.16, 1926, S.443-466

86) Jermann: Reise in die Gummidistrikte Ost-Boliviens, P.M. 1904, S.188-195

87) Kanter, Helmuth: Der Gran Chaco und seine Randgebiete, Abh. aus d. Geb.d.Auslandskd. Bd.43, Hamburg 1936, 376 S.

88) - " - Der südamerikanische Chaco und seine Flußprobleme, Geogr.Wochenztschr. 1935, S.89-102

89) Katzer, Friedr.: Eine Forschungsreise nach der Insel Marajo, Globus 1898, S.69-73

90) Katzer, Friedr.: Grundzüge der Geologie des unteren Amazonasgebietes, Leipzig 1903, 296 S.

91) - " - Zur Geographie des Rio Tapajoz, Globus 1900, S.281-284.

92) Keil, Karl: Handwörterbuch der Meteorologie, Frankfurt 1950

93) Keller-Leuzinger, Franz: Vom Amazonas und Madeira, Stuttgart 1874, 150 S.

94) Kerner, Fritz v.: Schätzungen der mittleren Regenhöhe von Südamerika, M.Z. 1909, S.454-457

95) - " - Zur Kenntnis des jährlichen Temperaturganges auf der Südhemisphäre, M.Z. 1909, S.468-470

96) Klute, Fritz: Handbuch der geographischen Wissenschaft - Südamerika in Natur, Kultur und Wirtschaft, Potsdam 1930

97) Knoch, K.: Klimakunde von Südamerika, in: Köppen-Geiger: Handbuch der Klimatologie, Bd. II, Teil G, Berlin 1930

98) Knoch, K. und Schulze, A.: Methoden der Klimaklassifikation, P.M. Ergheft. 249, Gotha 1952, 79 S.

99) Knoche, Walter: Äquivalente Temperaturen in Südamerika, Gerlands Beiträge z. Geophys. Bd.35, Leipzig 1932, S.189-203

100) - " - Klimatologisches aus Brasilien und Paraguay, M.Z. 1928, S.32

101) Koch-Grünberg, Th.: Meine Reise durch Nord-Brasilien zum Orinoco 1911-1913, Z.G.E. 1913, S.665-694

102) - " - Vom Roraima zum Orinoco, Bd.I, Berlin 1917

103) - " - Zwei Jahre unter den Indianern, Stuttgart 1909/1910, Bd.I, 355 S.; Bd.II 413 S.

104) Koegel, Ludwig: Die Urwaldgebiete Amazoniens, P.M. 1914, S.226-227

105) - " - Das Urwaldphänomen Amazoniens, Diss. München 1914, 84 S.

106) - " - Zur Frage der Urwaldentwicklung in Amazonien, G.Z. 1922, S.187-190

107) Köppen, W.: Grundriß der Klimakunde, Berlin 1931, 388 S.

108) - " - Klassifikation der Klimate nach Temperatur, Niederschlag und Jahreslauf, P.M. 1918, S.193-203, 243-248

109) Kratzer, P.A.: Das Stadtklima, Die Wissenschaft Bd. 90, Braunschweig 1956, 184 S.

110) Latour, Jorge: Das heutige Brasilien, Rio de Janeiro 1949, 223 S.

111) Lauer, W.: Humide und aride Jahreszeiten in Afrika und Südamerika und ihre Beziehung zu den Vegetationsgürteln, Bonner Geogr. Abhandlg. H.9, 1952, S.15-98

112) Lautensach, H.: Atlas zur Erdkunde, Heidelberg 1957

113) Luetzelburg, Ph. v.: Amazonien als Wirtschaftsraum, Z.f.Erdkde. 1944, S.111-122

114) Macedo Soares Guimaraes, F. de: Clima do Brasil, Bol. Geogr. III, Nr.27, 1945, S.417-433

115) Mägdefrau, Karl: Vom Orinoco zu den Anden, Vierteljhrh. d.Naturf.Ges. Zürich, 1960, S.49-71

116) Markgraf, H.: Die vorherrschenden Winde auf dem Atlantischen Ozean im Januar und Juli, Dtsch. Wetterdienst - Seewetteramt, Einzelveröffentlichung Nr.7, Hamburg 1955

117) Maull, Otto: Die Bestimmung der Tropen am Beispiel Amerikas, Festschr. z. 100-Jahrfeier d. Vereins f. Geogr. u. Stat. Frkf. 1936, S.337-365

118) Mayr, Max: Die Routenaufnahme von Dr.E.Snethlage vom Xingú zum Tapajoz, P.M.1912/I, S. 209-213

119) Meinardus, W.: Eine neue Niederschlagskarte der Erde, P.M. 1934, S.1-4

120) Ministerio da Agricultura: Boletim Meteorologico, Brasilien, 1910-1922

121) Ministerio de Agricultura: Anuario Meteorologico 1948/49, 1952-54, Bogota - Colombia

122) Ministero de Aeronautica: Boletín Anual Meteorológico 1942-1947, Lima - Peru

123) Ministerio de Agricultura: Anuario Meteorologico 1953-1956, 1958, La Paz - Bolivia

124) Ministero de Agricultura: Boletin Anual Meteorológico 1945-1948, 1950, La Paz - Bolivia

125) Monbeig, Pierre: Le Brésil, que sais-je? Bd.628, Paris 1954, 126 S.

126) Monheim, Felix: Beiträge zur Klimatologie und Hydrologie des Titicacabeckens, Heidelbg. Geogr. Arbeiten Heft 1, 1956, 152 S.

127) Nordenskiöld, E.: Forschungen und Abenteuer in Südamerika, Stuttgart 1924, 338 S.

128) - " - Meine Reise in Bolivia 1908-1909, Globus, 1910, S.213-218

129) Nordmann, G.: Die geographische und wirtschaftliche Struktur Boliviens, Masch.Diss.Gießen 1944

130) D'Orbigny, A.: Voyage dans l'Amérique meridionale, Paris 1844, Bd.III,1

131) O'Reilly-Sternberg, H.: Wasser und Mensch in der Amazonasflußebene, Vortrag i.Geogr.Koll.Tübingen, gehalten am 17.7.1961

132) Osorio, Luis H.: Anuario Meteorologico - Suplemento a la Revista "Agricultura" - Bogota 1937

133) Pardé, Maurice: Alguns Aspectos da Hidrologia Brasileira, Bol.Geogr., Rio de Janeiro XVI, Nr. 143, 1958, S.161-219

134) Passarge, S.: Bericht über eine Reise im venezolanischen Guayana, Z.G.E. 1903, S.5-43

135) Payer, Richard: Naturstudien über das östliche Peru im Quellgebiet des Amazonenstromes, Mittlg. d. Geogr. Ges. Wien 1895, S.385-442

136) Poeppig, E.: Reise in Chile, Peru und auf dem Amazonenstrome 1827-1832, Leipzig 1835, Bd. II, S.273-464

137) Quelle, Otto: Neue Beiträge zur Kenntnis des Klimas von Brasilien, M.Z. 1929, S.113-116

138) - " - Niederschlagsverhältnisse im Amazonasgebiet. M.Z. 1924, S.155 f.

139) Reck, Hugo: Geographie und Statistik der Republik Bolivia, P.M. 1865, S.281 ff; 1867, S.317 ff.

140) Regula, Herbert: Die meteorologischen Verhältnisse auf der Flugstrecke Deutschland - Südamerika, Ber.d.Dtsch.Wetterdienstes Bd.10, 1960, S.3-26

141) Riehl, Herbert: Tropical Meteorology, London 1954, 381 S.

142) Rimbach, A.: Reise im Gebiet des oberen Amazonas, Z.G.E. 1897, S.360-409

143) Royal Netherlands Meteorological Institute: Summary of the Meteorol. Observations made at the Meteorolog. Station in Suriname 1947-1952, Gravenhage 1948/1950

144) Rühle, Karl: Die Vegetationsformationen Südamerikas in ihrer klimatischen Bedingtheit, P. M. 1928, S.29-34, 95-100

145) Sapper, Karl: Geomorphologie der feuchten Tropen, Berlin 1935, 154 S.

146) - " - Klima und Leben in den Tropen, Päd. Warte Heft 14, Juli 1934, 8 S.

147) - " - Natur und Lebensbedingungen in tropischen und tropennahen Gebieten. Auslandswegweiser 3.Bd.Hamburg 1920,155 S.

148) Sapper, Karl: Die Tropen, Stuttgart 1923, 152 S.

149) Schädel, Annelore: Die Äquatorialen Grenzgürtel des Frostes, Masch.Dissert. Tübingen 1945, 120 S.

150) Scherer, Emil: Brasilien, Mais Auslandstaschenb. Nr.2, München 1956, 116 S.

151) Scherhag, Rich.: Einführung in die Klimatologie, Das Geogr. Seminar, Braunschweig 1960, 128 S.

152) Schichtel, Carl: Der Amazonenstrom, Diss.Straßburg 1893, 93 S.

153) Schmidt, José Carlos Junqueira: O Clima da Amazônia, Rev. Bras. d. Geogr. IV, 1942, S.465-500

154) Schmidt, R.D.: Die Niederschlagsverteilung im andinen Kolumbien, Bonner Geogr. Abhandlg. Heft 9, 1952, S.99-119

155) Schmieder, Oskar: The East Bolivian Andes, Uni.California Public.i.Geogr.Vol.2, No.5, 1926, S.85-210

156) - " - Länderkunde Südamerikas, Leipzig 1932, 252 S.

157) Schneider-Carius, Karl: Das Klima, seine Definition und Darstellung, Veröff.geophys.Inst.Uni.Leipzig, 2. Serie Bd. XVII, Heft 2, Berlin 1961, S. 143-222

158) Schröder, Rudolf: Einige tropische Nutzpflanzen Brasiliens in ihrer Abhängigkeit vom Klima, Staden-Jhrb. Bd.4, 1956, S.19-30; Bd. 5, 1957, S.49-59

159) - " - Die Niederschlagsjahreszeiten Brasiliens, P.M. 1958, S.264-270

160) - " - Temperatur und Niederschlag in Brasilien, Staden-Jhrb. Bd.3, 1955, S.7-18

161) - " - Die Verteilung der mittleren Lufttemperatur in Kolumbien, Bonner Geogr. Abhandlg. Heft 9, 1952, S.120-123

162) - " - Die Verteilung der Regenzeiten im nördlichen tropischen Amerika, P.M. 1955, S.263-269

163) Schulz-Kampfhenkel: Rätsel der Urwaldhölle, Berlin 1953, 163 S.

164) Schulze, Alfred: Weg und Ziel der Klimaklassifikation, Geogr. Jahrb. 1956/57, S.429-433

165) Schurz, W.L.: Rubber Production in the Amazon Valley, Trade Prom. Series No.23, Washington 1925, 369 S.

166) Schütz-Holzhausen, D.v.: Der Amazonas - Wanderbilder aus Peru, Bolivia und Nordbrasilien, Freiburg 1895, 445 S.

167) Schwarz, A.: Eine Eisenbahn am oberen Madeira in Brasilien, Mittlg.d.Geogr.Ges.Wien, Bd.29, 1886, S.109-112

168) Schwarz, Gabriele: Das Stadtklima und seine Einflüsse auf die innere Gliederung sowie auf die Grundriß- und Aufrißgestaltung, Lehrbuch d. Allgem.Geogr. Bd.VI, 1959, S. 473-477

169) Serra, Adalberto: Atlas Climatológico do Brasil, Rio de Janeiro 1955, Bd. I u. II

170) Serra, A. e Ratisbonna, L.: As Ondas de Frio da Bacia Amazônica, Bol.Geogr.III, Rio de Janeiro 1945, S.172-206

171) Servicio de Meteorologia: Anuario Meteorológico de Venezuela I, Nr.1, 1950

172) Servicio de Meteorologia: Atlas Climatologia provisional - Periodo 1951/55, Venezuela

173) Servico de Meteorologicá do Brasil: Normals Climatológicas, Periode 1923-1942, Masch.Abschr. zur Verfgg. gestellt von Herrn Prof. Dr. A. Serra, Rio de Janeiro

174) Sick, Helmut: Tukani, Hamburg 1958, 240 S.

175) Sievers, W.: Das Gebiet zwischen dem Ucayali und dem Pachitea-Pichu (Ostperu), Globus 1903, S.73-76

176) - " - Reise in Peru und Ecuador 1909, München 1914, 412 S.

177) - " - Süd- und Mittelamerika, Leipzig 1903, 665 S.

178) Sioli, Harald: Amazonien - gestern, heute, morgen, Südamerika 6, 1955/56, S.45-53

179) - " - Die "Fruchtbarkeit" der Urwaldböden des Brasilianischen Amazonasgebietes und ihre Bedeutung für eine zukünftige Nutzung, Staden-Jhrb. Bd.5, 1957, S.23-36

180) - " - Über Natur und Mensch im Brasilianischen Amazonasgebiet, Erdkunde 1956, S.89-109

181) - " - Das Wasser im Amazonasgebiet, Forschg. u. Fortschritt 1950, S.274-280

182) Sinclair, J. u. Wasson, Th.P Explorations in Eastern Ecuador, Geogr. Rev. XIII, 1923, S.190-210

183) Snethlage, E.: Die Flüsse Iriri und Curua im Gebiet des Xingú, Z.G.E. 1925, S.328-354

184) Sorge, Ernst: Die Trockengrenze Südamerikas, Z.G.E. 1930, S.277-287

185) Spix, J.B. und Martius, C.F.: Reise in Brasilien in den Jahren 1817-1820, München 1831, S.887-1388, Anhang

186) Supan, Alex.: Die Verteilung des Niederschlags auf der festen Erdoberfläche, P.M. Ergh.heft Nr. 124, 1898

187) Treumer, Hein.: Regenverteilung, Pflanzendecke und Besiedlung des Berglandes von Guayana, G.Z. 1923, S.95-115

188) Trewartha, G.T.: An Introduction to Climate, New York 1954, 395 S.

189) Troll, Carl: Großer Herder Atlas, Freiburg 1958

190) - " - Die Lokalwinde der Tropengebirge und ihr Einfluß auf Niederschlag und Vegetation, Bonner Geogr. Abhandl. Heft 9, 1952, S.124-182

191) - " - Das Pflanzenkleid der Tropen in seiner Abhängigkeit vom Klima, Boden und Mensch, Geogr. Berichte, Berlin 1956, S.21-35

192) - " - Die Physiognomik der Gewächse als Ausdruck der ökologischen Lebensbedingungen, Dtsch.Geogr.Tag Berlin 1959, Wiesbaden 1960, S.97-122

193) - " - Tatsachen und Gedanken zur Klimatypenlehre, Geogr.Studien 1951, S.184-202

194) - " - Termiten - Savannen, Länderkdl.Forschg. Stuttgart 1936, S.275-312

195) - " - Thermische Klimatypen der Erde, P.M. 1943, S.81-89

196) Ule, E.: Kautschukgewinnung und Kautschukhandel am Amazonenstrome, Der Tropenpflanzer, Beih.6, 1905, 71 S.

197) Uzarski, Jul.: Bolivia. Natur und wirtschaftliche Verhältnisse, Dissert. Bonn 1911, 107 S.

198) Vacano, M.J.v.: Boliviens Aufstieg, Berlin 1925, 247 S.

199) Vageler, Paul: Brasilien - Gigant der Zukunft, Gotha 1957, 311 S.

200) Vareschi, V.: Geschichtslose Ufer, München 1959, 200 S.

201) Vogel, P.: Reisen in Mato Grosso 1887/88, Z.G.E. 1893, S.243-295; 309-366

202) Voß, E.L.: Die Niederschlagsverhältnisse von Südamerika, P.M.Erg.heft.Nr.157, 1907, 59 S.

203) Wagley, Ch.: Amazon Town, New York 1953, 298 S.

204) Walter, Heinrich: Die Klima-Diagramme der Waldsteppen- und Steppengebiete in Osteuropa, Lautensach-Festschr.,Stgt.1957,S.253-262

205) Walter, H. und Lieth, H.: Klimadiagramm Weltatlas, Jena 1960

206) Wappäus, J.E.: Handbuch der Geographie und Statistik, Bd.I, 3 u. 4. Abteilg., Leipzig 1868-71, 1898S.

207) Ward, R.D.: An Outline of the Economic Climatology of Brasil, Bull.Geogr.Soc.Philadelphia Vol.VII, 1909, S.7-20, 13-22

208) Wilhelmy, Herb.: Die klimamorphologische und pflanzengeographische Entwicklung des Trockengebietes am Nordrand Südamerikas seit dem Pleistozän, Z.G.E. 1954, S.244-273

209) - " - Methoden der Verdunstungsmessung und der Bestimmung des Trockengrenzwertes am Beispiel der Südukraine, P.M. 1944, S.113-123

210) - " - Vom Amazonas-Tiefland, Süddtsch. Rundfunk 1958, Heft 6, S.227 f.

211) - " - Zur Klimatologie und Bioklimatologie des Alto-Paraná-Gebietes in Südamerika, P.M. 1950, S.130-139

212) Wißmann, H.v.: Die Klima- und Vegetationsgebiete Eurasiens, Z.G.E. 1939, S.1-14

213) - " - Pflanzenklimatische Grenzen der warmen Tropen, Erdkunde 1948, S.81-92

214) Zimmermann, J.: Studien zur Anthropogeographie Amazoniens, Bonner Geogr.Abhdlg. Heft 21, 1958, 97 S.

215) Zimmerschied, W.: Vorläufige Mitteilung über die Niederschlagsverhältnisse in Ekuador, Met. Rundschau 1958, S.156-162

216) Fanshawe, D.B.: The Vegetation of British Guiana, Inst. Paper No. 29, Uni.of Oxford, 1952, S. 19-23

217) Schmidt, R.D. u. Schamp, H.: Anwendung und Konstruktion von Isoplethendiagrammen, Geogr. Taschenbuch 1958/59, S.544-546

L e b e n s l a u f

Am 17. Oktober 1933 wurde ich, Reinhard Manfred Walter Reinke, als drittes Kind des evangelischen Lehrers Reinhold Reinke und seiner Ehefrau Martha, geb. Wilhahn, in Altjugelow, Kreis Stolp in Pommern, geboren.

Ab 1940 besuchte ich die Volksschule in meinem Geburtsort. Im Herbst 1944 wurde ich auf die Stephan-Oberschule in Stolp umgeschult. Bis zur Einstellung des Schulbetriebes im Januar 1945 nahm ich an dem Unterricht teil. Durch die Flucht und die Nachkriegsereignisse konnte der Besuch einer weiterführenden Schule erst ab Ostern 1946 in der Mittelschule und dem Athenäum in Stade / Elbe und ab Herbst 1947 an der Oberschule für Jungen in Cuxhaven fortgesetzt werden. Dort legte ich Ostern 1955 die Reifeprüfung ab.

Seit dem Sommersemester 1955 studiere ich an der Universität Tübingen die Naturwissenschaften mit den Fächern Geographie, Physik und Chemie und legte im Frühjahr 1961 die wissenschaftliche Prüfung für das Lehramt an Gymnasien ab.

Meine akademischen Lehrer waren die Herren Professoren und Dozenten:
Braunbek, Graul, Hellmann, Huttenlocher, Kossel, Krüger, Läutensach, Leidlmair, Meckelein, Möllenstedt, Mühleisen, Rüdorff, Schröder, Seibold, Wilhelmy, von Wißmann.

Thermo-Isoplethen-Diagramm

Nord-West-Amazonien

1903/04

6-täg. gemitt. – interpoliert

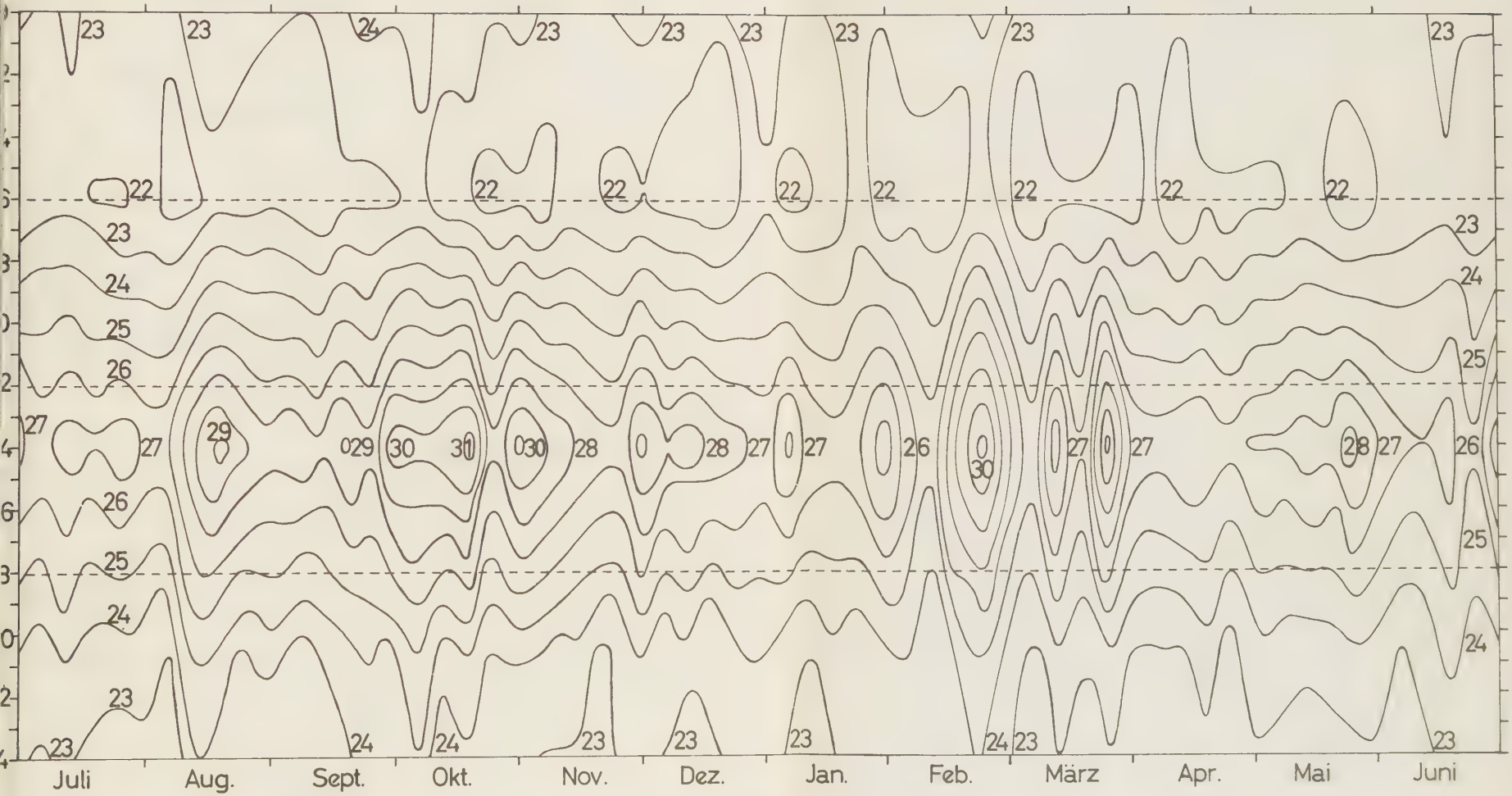
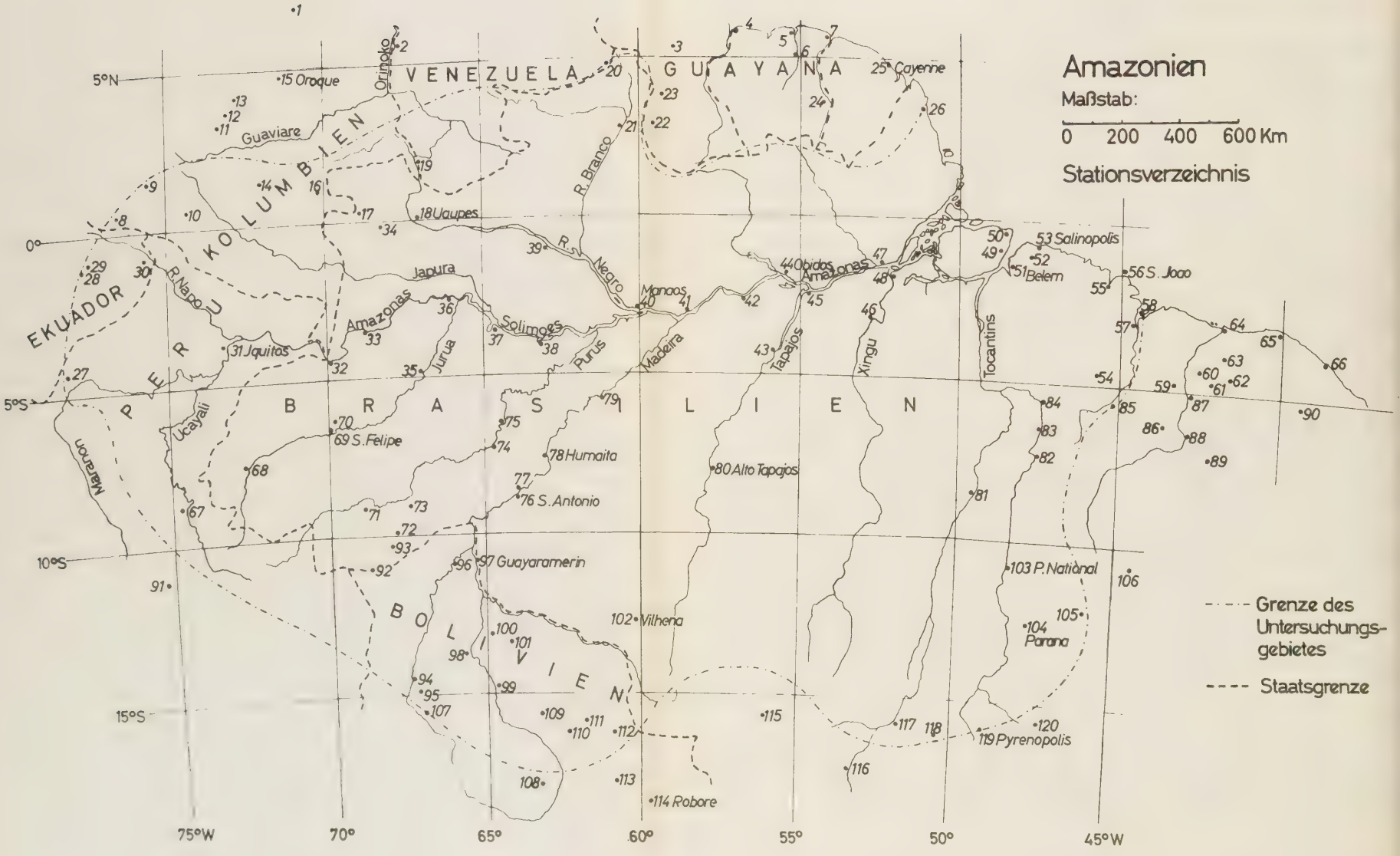
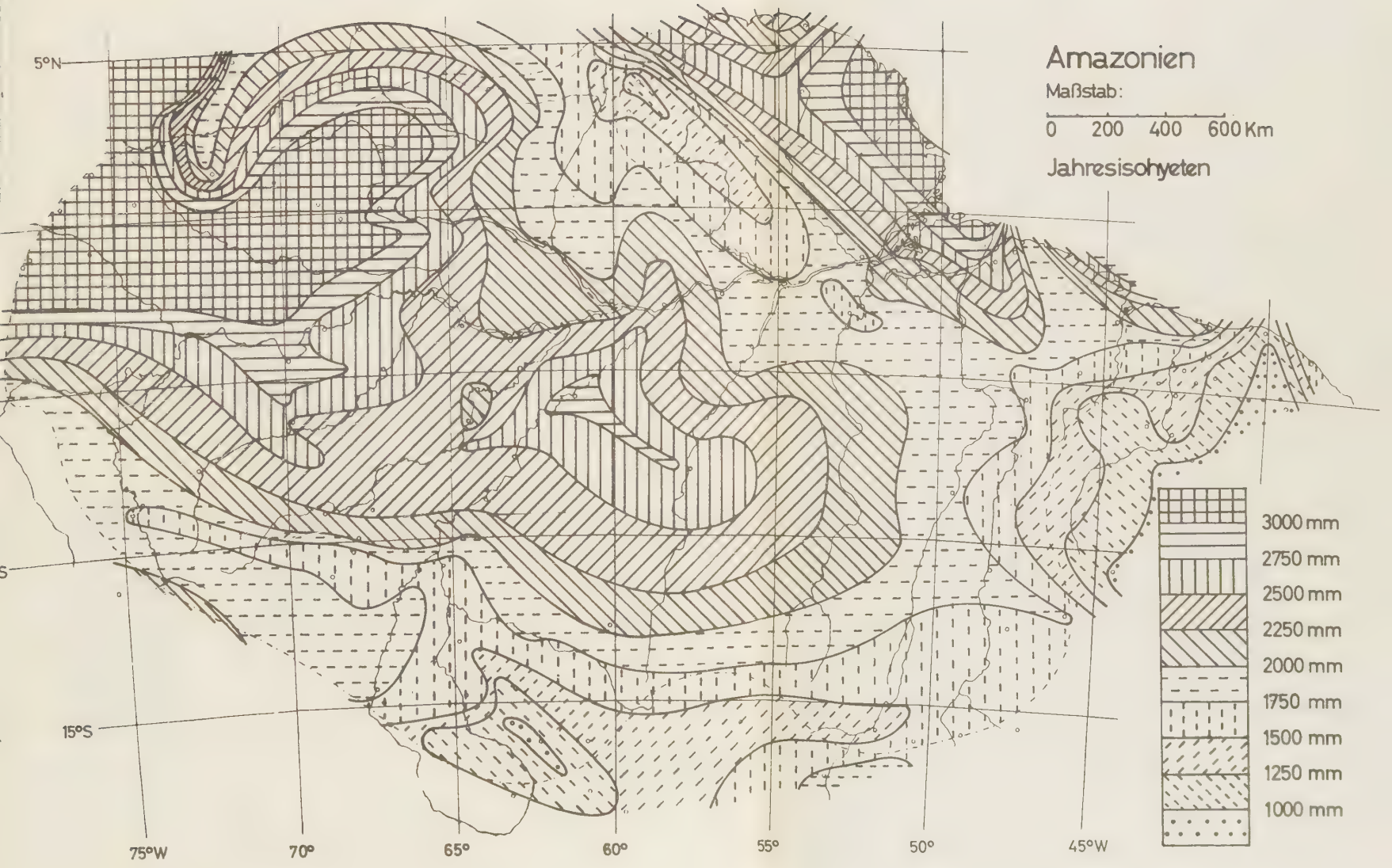
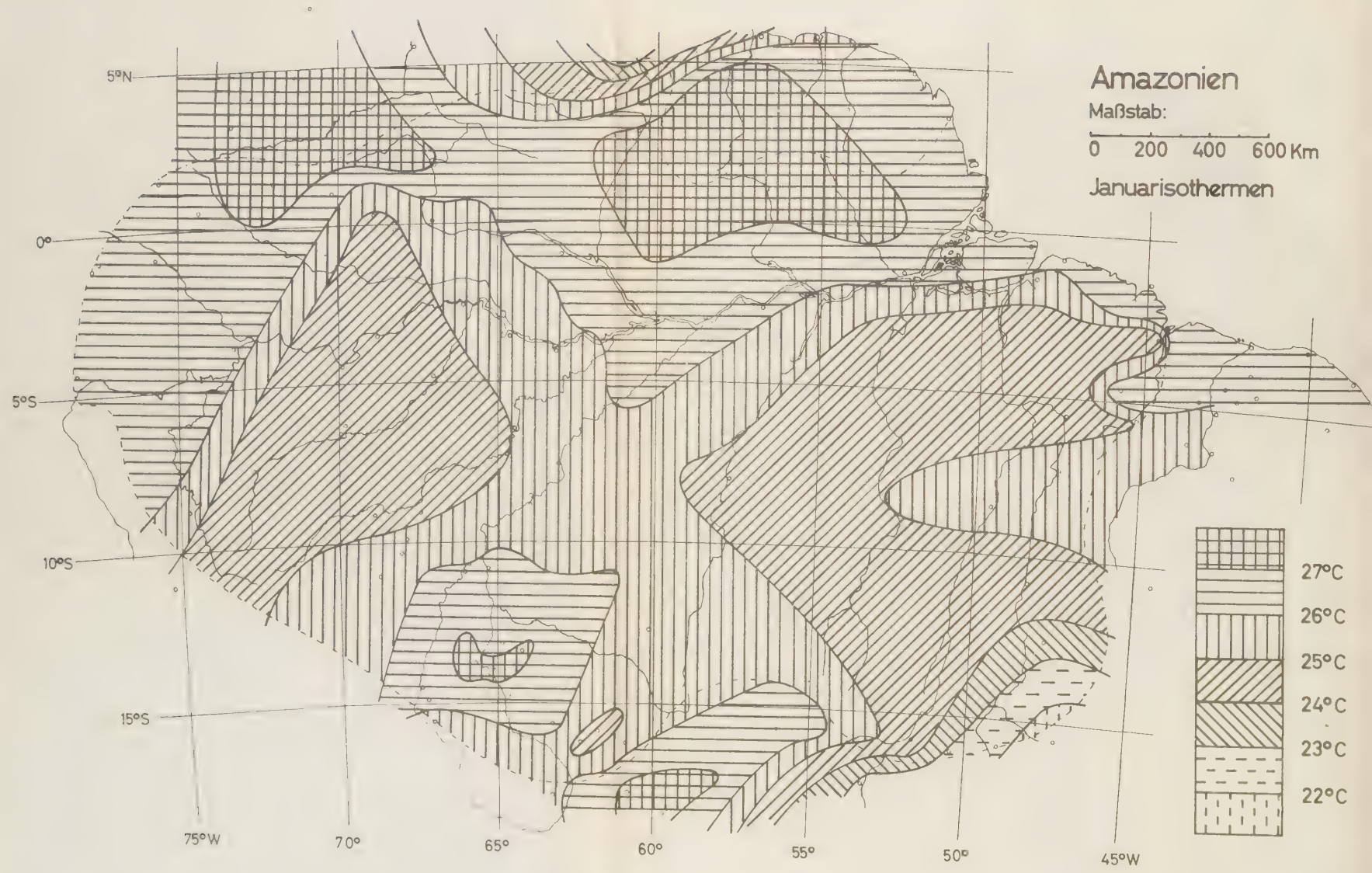
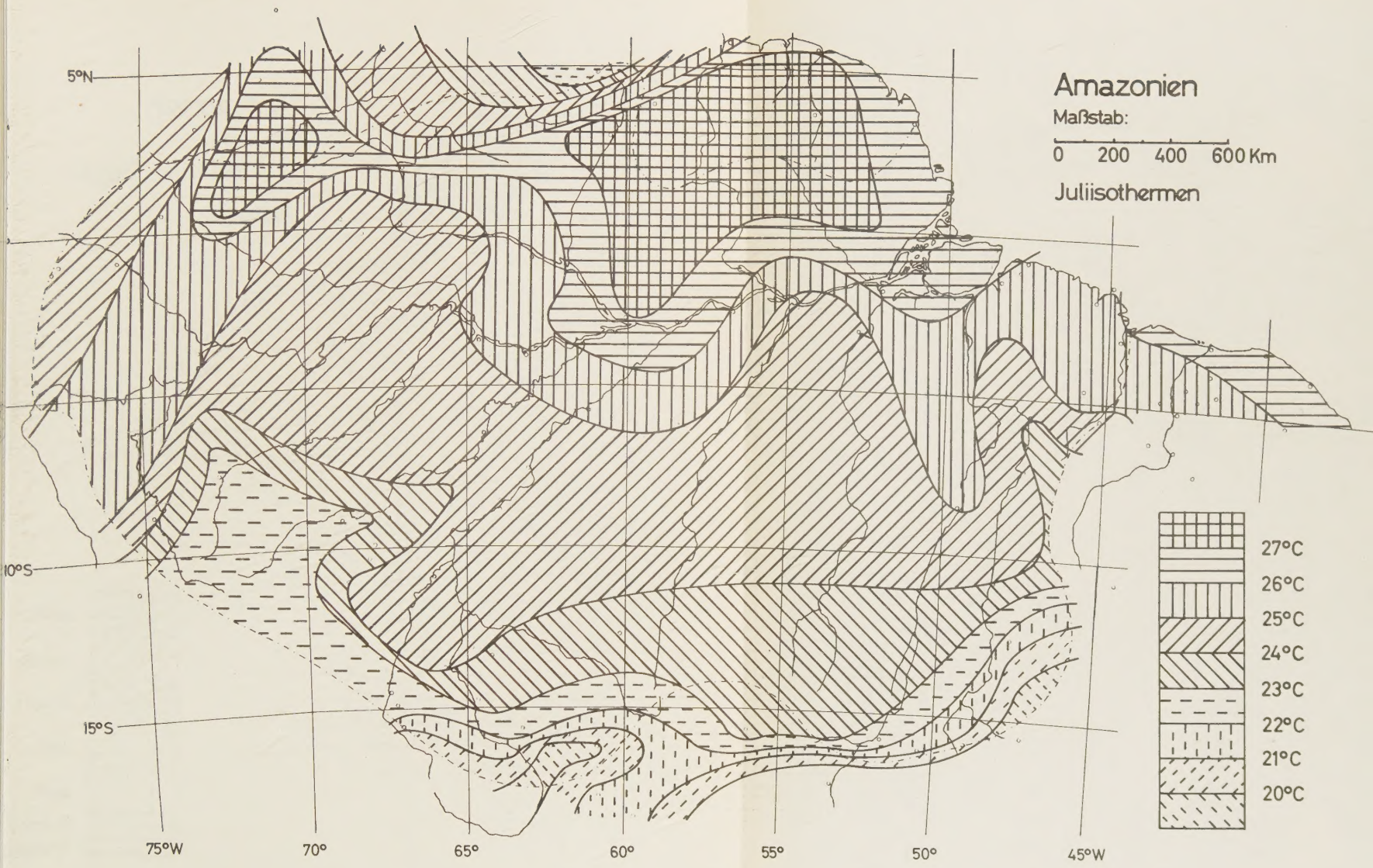


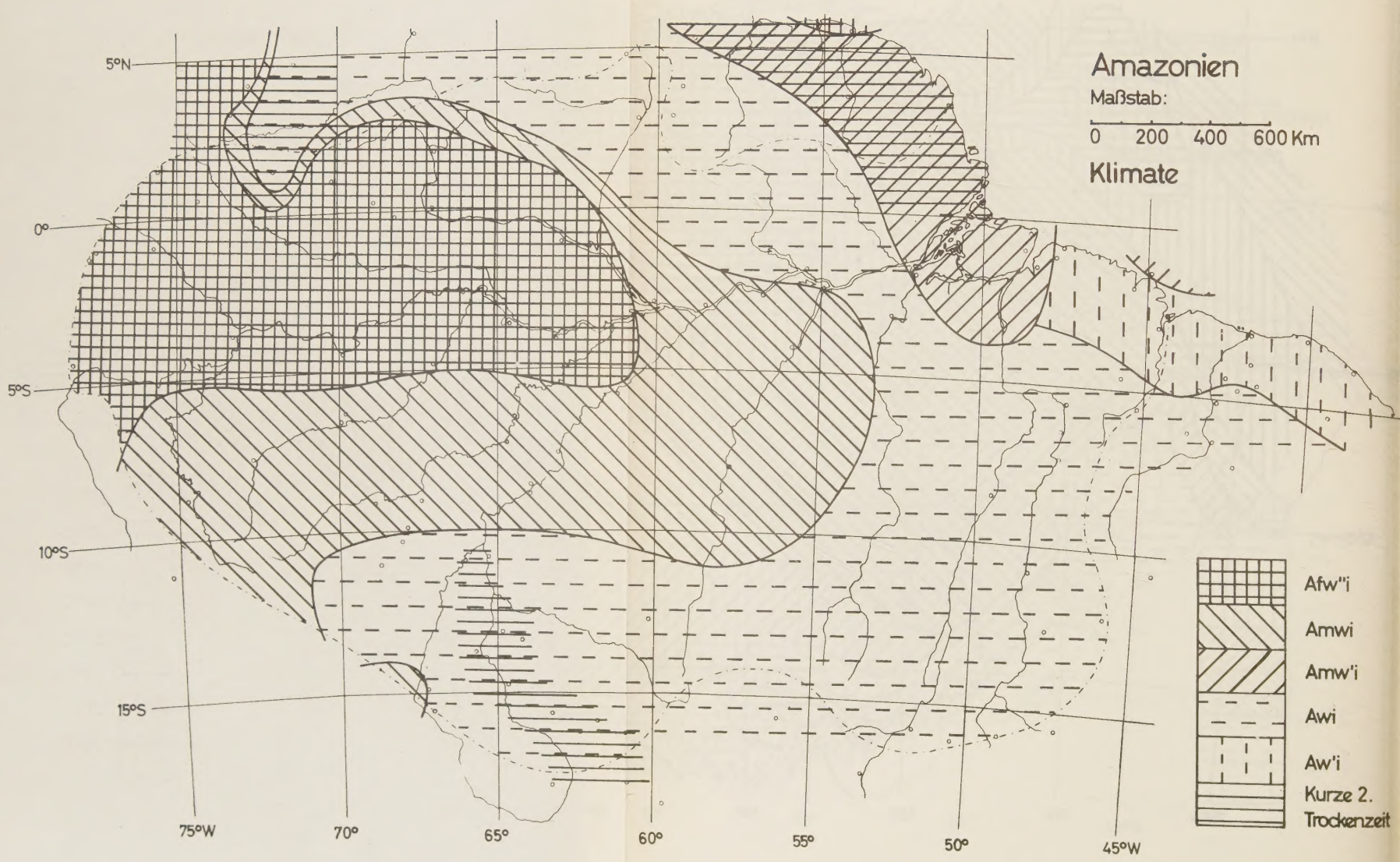
Abb. 5


Amazonien
Maßstab:
0 200 400 600 Km
Stationsverzeichnis
Grenze des Untersuchungsgebietes
Staatsgrenze
VENEZUELA
GUAYANA
KOLUMBIEN
EKUADOR
PERU
BRASILIEN
BOLIVIEN
Orinoko
Guaviare
R. Branco
R. Negro
R. Napo
Japura
Amazonas
Solimões
Purus
Madeira
Tapajos
Xingu
Tocantins
Jurua
Ucayali
Maranon
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 Oroque 16 17 18 Uaupes 19 20 21 22 23 24 25 Cayenne 26 27 28 29 30 31 Iquitos 32 33 34 35 36 37 38 39 40 Manaos 41 42 43 44 Obidos 45 46 47 48 49 50 51 Belem 52 53 Salinopolis 54 55 56 S. Joao 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 68 69 S. Felipe 70 71 72 73 74 75 76 S. Antonio 77 78 Humaita 79 80 Alto Tapajos 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 96 97 Guayaramerin 98 100 101 102 Vilhena 103 P. National 104 Parana 105 106 107 108 109 110 111 112 113 114 Robore 115 116 117 118 119 Pyrenopolis 120
5°N
0°
5°S
10°S
15°S
75°W
70°
65°
60°
55°
50°
45°W


Amazonien
Maßstab:
0 200 400 600 Km
Jahresisohyeten
3000 mm
2750 mm
2500 mm
2250 mm
2000 mm
1750 mm
1500 mm
1250 mm
1000 mm
5°N
15°S
75°W
70°
65°
60°
55°
50°
45°W


Amazonien
Maßstab:
0 200 400 600 Km
Januarisothermen
5°N
0°
5°S
10°S
15°S
75°W
70°
65°
60°
55°
50°
45°W
27°C
26°C
25°C
24°C
23°C
22°C


Amazonien
Maßstab:
0 200 400 600 Km
Juliisothermen
27°C
26°C
25°C
24°C
23°C
22°C
21°C
20°C
5°N
10°S
15°S
75°W
70°
65°
60°
55°
50°
45°W


Amazonien
Maßstab:
0 200 400 600 Km
Klimate
5°N
0°
5°S
10°S
15°S
75°W
70°
65°
60°
55°
50°
45°W
Afw"i
Amwi
Amw'i
Awi
Aw'i
Kurze 2. Trockenzeit